Aurel Millea

În lumea măsurărilor și a unităților de măsură

- mărimi și unități de măsură SI
- unități în afara SI
- câteva măsurări uzuale
- idei din lumea metrologiei

Editura AGIR, Bucureşti

Aurel Millea

În lumea măsurărilor şi a unităților de măsură

- mărimi şi unități de măsură SI
- unități în afara SI
- câteva măsurări uzuale
- idei din lumea metrologiei

Editura AGIR, Bucureşti, 2008

Cuvânt înainte

Lucrarea "În lumea măsurărilor şi a unităţilor de măsură" face parte dintr-o categorie mai puţin obişnuită în literatura tehnică din ţara noastră şi din lume. Autorul ei, domnul dr. ing. Aurel Millea, fost director al Institutului Naţional de Metrologie din Bucureşti, fondator al Societăţii Române de Măsurări, a alcătuit o carte în care se disting, chiar de la o primă lectură, trei componente.

Una constituie o prezentare sistematică şi riguroasă, adusă la zi, a unităţilor de măsură folosite cel mai frecvent în România, şi în primul rând a Sistemului Internaţional SI, obligatoriu prin lege în toate domeniile de activitate. Sunt tratate de asemenea cele mai obişnuite unităţi în afara SI, dintre care unele sunt admise şi prin lege, iar altele se impun prin larga lor utilizare în diferite sectoare în general bine delimitate, atât în ţara noastră cât şi în majoritatea ţărilor avansate ale lumii. Deosebit de clar şi precis este circumscrisă problematica scărilor de timp, a scrierii datei şi a orei, cu relevarea unor aspecte care de multe ori nu sunt cunoscute de publicul larg, dar deseori nici de oamenii de presă. Prezentarea este completată cu unităţi şi scări de măsurare cu destinaţii speciale, care apar aici pentru prima dată în literatura tehnică românească: unităţi şi scări utilizate în ştiinţa şi tehnologia materialelor, informatică, tipografie, textile, meteorologie, optica geometrică etc. Consider deosebit de utilă prezenţa în lucrare a unor capitole distincte pentru unităţile de măsură anglo-saxone, a căror bună cunoaştere a devenit indispensabilă datorită pătrunderii masive a tehnologiei de provenienţă americană, precum şi pentru unităţile vechi româneşti, întâlnite încă în documente din trecut, arhive, acte de proprietate etc. Corelat cu acestea, sunt date noţiuni despre formate standardizate, măsuri de îmbrăcăminte, scări seismice şi altele, până la domenii de măsurare unde încă este în curs definirea mărimilor specifice şi a unităţilor de măsură, punându-se uneori chiar problema măsurabilităţii propriu-zise, cum sunt factorul de inteligenţă, gustul şi mirosul, sau calitatea produselor.

A doua parte a lucrării constituie o selecţie de subiecte mai deosebite din sfera tehnicii măsurărilor, menite mai mult ca o ilustrare a primeia. Se remarcă, astfel, descrierea măsurărilor cu ajutorul GPS, a măsurării presiunii sangvine, a măsurării pH-ului, a unor măsurări simple mecanice şi electrice.

În sfârşit, lucrarea este completată cu o selecţie de scurte capitole destinate unor aspecte, deseori controversate, din domeniul metrologiei teoretice şi practice. Autorul îşi expune aici mai multe păreri interesante, comentează, ridică probleme şi chiar "filosofează" pe teme metrologice. Această parte a lucrării, pe lângă caracterul ei informativ şi pe alocuri polemic, poate reprezenta o lectură plăcută

pentru cititorii interesați, mai ales cei care au preocupări tangente cu tehnica măsurărilor, metrologia şi, poate, fizica, ingineria în general etc.

Cu toată eterogenitatea ei, sau poate tocmai datorită acestei trăsături, lucrarea dr. ing. Aurel Millea reprezintă o realizare unică în peisajul metrologiei româneşti, un moment mai puțin aşteptat dar cu atât mai agreabil pentru orice cititor. De aceea, o recomand cu toată convingerea, în special celor care activează în metrologia de stat, în metrologia industrială sau metrologia legală, în laboratoare sau în cercetare, în educație sau în învățământ.

Prof. dr. ing. Fănel Iacobescu
Directorul General al Biroului Român de Metrologie Legală

Prefață

În foarte multe domenii ale ştiinţei şi ale tehnicii, în educaţie şi învăţământ, precum şi în alte sectoare de activitate, fără utilizarea corectă a unităţilor de măsură nu este posibilă o comunicare clară şi neechivocă; unităţile de măsură sunt necesare pentru exprimarea cantitativă a oricărei mărimi.

Generalizarea Sistemului internaţional de unităţi (SI) în cea mai mare parte a regiunilor lumii a uşurat considerabil schimburile de informaţii şi de bunuri la scară mondială, constituind unul din factorii importanţi ai progresului ştiinţific şi tehnologic din ultimele secole. Cunoaşterea şi aplicarea sistemului SI, în conformitate cu convenţiile internaţionale care stau la baza sa, au devenit obligaţii elementare pentru toţi cei care creează, produc, utilizează, scriu, citesc sau comunică pe orice cale.

În acest context, lucrarea de faţă încearcă să ofere cititorului informaţiile de bază, strict necesare, în legătură cu unităţile de măsură SI: denumiri, definiţii, simboluri, formarea unităţilor derivate, multipli şi submultipli, prefixe, reguli de utilizare şi de scriere. Faţă de alte publicaţii similare apărute până acum, lucrarea a fost adusă la zi, fiind introduse modificările survenite între timp ca urmare a unor decizii ale forurilor internaţionale, cum sunt abandonarea categoriei de unităţi suplimentare şi adoptarea unor noi multipli şi submultipli zecimali. De asemenea, s-a căutat clarificarea mai multor aspecte controversate în ultimul timp (ca de exemplu, unele denumiri speciale şi simboluri ale unităţilor derivate, particularităţi ale unor unităţi din electromagnetism, din domeniul temperaturii şi din cel al cantităţii de substanţă, unităţile mărimilor cu dimensiunea unu, unităţi logaritmice, unităţi speciale din diferite domenii, reguli de scriere a numerelor).

O parte importantă a lucrării se referă la unităţi din afara SI, de largă utilizare (cum sunt unităţile anglo-saxone), precum şi la alte unităţi, de uz mai restrâns, care mai sunt întâlnite totuşi, inclusiv unităţi vechi româneşti (unele din acestea apar de pildă în documente de arhivă, acte de proprietate funciară, etc.). Azi marele public este năpădit de numeroase unităţi străine (inch sau ţol, foot sau picior, yard, milă, milă marină, nod, pint, gallon sau galon, barrel sau baril, ounce sau uncie, pound sau livră, stone, grad Fahrenheit, British thermal unit sau Btu, şi multe altele), pe care în general le cunoaşte insuficient sau nu le cunoaşte de loc. Sunt frecvente cazuri în care anumiţi fabricanţi exprimă în unităţi diferite aceleaşi caracteristici ale unor produse (de exemplu, puterea mecanică a motoarelor, puterea termică a sistemelor de încălzire sau de răcire), dezorientându-l pe consumator. Pentru toate aceste unităţi, în lucrare sunt date definiţii, explicaţii şi lămuriri suplimentare, precum şi factorii de conversiune în unităţi SI, sub o formă uşor de folosit practic.

S-a considerat oportun de asemenea să fie introduse în lucrare date şi cunoştinţe despre diferite alte categorii de unităţi de măsură, scări de măsurare, formate standardizate etc. (unităţi în informatică, unităţi textile, unităţi tipografice, scări de duritate, rugozitate, umiditate, scări seismice, scări de intensitate a

vântului, unități folosite în meteorologie şi în optica geometrică, măsuri de îmbrăcăminte şi de încălțăminte, noțiuni despre coeficientul IQ, despre calimetrie şi despre aprecierea culorii, gustului şi mirosului, etc.). Aceste informații nu se regăsesc în general în lucrări tipărite la noi şi pot fi utile unui cerc larg de persoane interesate.

Lucrarea a fost completată cu descrierea mai multor metode şi procedee de măsurare care pot fi executate de majoritatea celor cu o minimă pregătire generală, fără alte cunoştințe tehnice deosebite şi dispunând doar de mijloace simple, care se găsesc de multe ori în orice gospodărie. Ele au fost experimentate de autor şi sunt recomandabile oricărei persoane dotate cu puțin spirit practic.

În sfârşit, cu titlul de lecturi, au fost adăugate câteva comentarii şi idei pe teme de metrologie, unele doar observații şi sugestii, altele constituind chiar mici eseuri, rezultate din activitatea de o viață a autorului în domeniul metrologiei. Am considerat că parcurgerea acestei părți a cărții poate trezi interesul multor cititori care au avut sau au tangență cu măsurările, cu metrologia ori cu alte domenii conexe, oferind subiecte variate şi uneori controversate.

Lucrarea este destinată în special unor categorii largi de persoane care activează în cercetare, inginerie, laboratoare, service, comerț, economie, etc. Nu în ultimul rând, însă, ea poate servi ca o carte de referință pentru profesori şi pentru elevi, atât în învațământul mediu cât şi în cel superior, pentru autori de lucrări din diverse domenii (fizică, chimie, discipline tehnice), pentru proiectanți şi pentru cei care elaborează standarde, reglementări şi documentații tehnice.

*

Aduc mulțumiri tuturor celor care au facilitat întocmirea şi apariția acestui volum, şi în primul rând foştilor mei colegi de la Institutul Național de Metrologie, ca şi actualilor colaboratori de la Societatea Română de Măsurări, organizație membră a IMEKO (Confederația Internațională de Măsurări) care constituie în continuare principala punte către tezaurul mondial de know-how în domeniul măsurărilor. Sunt recunoscător Domnului Fănel Iacobescu, directorul general al BRML, pentru sprijinul acordat pe tot parcursul activității mele în ultimii zece ani, permițându-mi menținerea într-o legătură permanentă cu "lumea metrologiei".

Autorul

Cuprins

Cuvânt înainte 3
Prefață 5

Mărimi şi unități. Sistemul SI

1 Introducere 13
1.1 Istoric 13
1.2 Mărimi şi sisteme de mărimi fizice 14
1.3 Dimensiunea mărimilor fizice 15
1.4 Valoare (a unei mărimi), valoare numerică, unitate de măsură 17
1.5 Ecuații cu mărimi şi ecuații cu valori numerice 18
2 Unități SI 20
2.1 Generalități 20
2.2 Unități SI fundamentale 20
2.3 Unități SI derivate 22
2.4 Multipli şi submultipli zecimali ai unităților SI 26
3 Unități în afara SI 27
3.1 Categorii de unități în afara SI, utilizate curent 27
3.2 Unități utilizate curent împreună cu SI 27
3.3 Unități utilizate cu SI a căror valoare este obținută experimental 28
3.4 Alte unități utilizate împreună cu SI, pentru nevoi speciale 28
4 Observații la formarea şi la utilizarea anumitor unități 32
4.1 Timp şi frecvență de rotație 32
4.2 Volum 32
4.3 Masă, greutate 32
4.4 Putere mecanică 33
4.5 Presiune 33
4.6 Putere şi energie electrică 33
4.7 Temperatură 34
4.8 Cantitate de căldură, energie termică 34
4.9 Cantitate de substanță 35
4.10 Mărimi cu dimensiunea unu 36
4.11 Mărimi logaritmice 36
5 Reguli de exprimare, de utilizare şi de scriere 38
5.1 Denumiri şi simboluri ale unităților 38
5.2 Multipli şi submultipli 40
5.3 Scriere, tipărire 43
5.4 Reguli de exprimare şi de scriere a numerelor 46
5.5 Rotunjirea numerelor 47
6 Conversiunea rapidă în unități SI 52

Diverse unități şi scări de măsurare

7 Sistemul anglo-saxon de unităţi 59
7.1 Generalităţi 59
7.2 Cele mai importante unităţi ale sistemului anglo-saxon 60
7.3 Alte unităţi folosite împreună cu sistemul anglo-saxon 64
8 Vechi unităţi de măsură româneşti 65
8.1 Unităţi de lungime 65
8.2 Unităţi de arie (suprafaţă) 66
8.3 Unităţi de volum (capacitate) 66
8.4 Unităţi de masă 67
9 Unităţi utilizate în informatică 69
10 Intervale şi scări de timp. Scrierea datei şi a orei 72
10.1 Intervale de timp 72
10.2 Scări de timp 73
10.3 În legătură cu timpul legal (ora oficială) 74
10.4 Principiile scrierii datei şi a orei 79
10.5 Scrierea datei 80
10.6 Scrierea orei 81
10.7 Alte forme de scriere a datei şi a orei 82
11 Exprimarea în procente şi valorile procentuale 84
12 Unităţi tipografice 87
12.1 Unităţi tipografice internaţionale 87
12.2 Unităţi tipografice metrice 88
13 Unităţi textile 90
14 Scări de duritate 92
14.1 Scara de duritate Mohs 92
14.2 Scara de duritate Brinell 94
14.3 Scara de duritate Vickers 95
14.4 Scara de duritate Rockwell 96
14.5 Scara de duritate Shore 99
14.6 Comparaţie între scările de duritate 100
15 Rugozitatea suprafeţelor 103
15.1 Exprimarea rugozităţii 103
15.2 Măsurarea rugozităţii 105
16 Scări seismice 106
16.1 Scara de magnitudini Richter 106
16.2 Scara de intensităţi Mercalli 107
17 Aprecierea vitezei vântului. Scara Beaufort 109
18 Presiunea atmosferică 112
18.1 Variaţia presiunii atmosferice cu altitudinea 112
18.2 Presiunea atmosferică normală (standard) 113
18.3 Presiunea atmosferică relativă 114
19 Umiditatea. Unităţi, definiţii 116
19.1 Umiditatea aerului 116
19.2 Umiditatea solidelor 118
20 Culoarea. Coordonatele tricromatice. Modelele RGB şi CMYK 120
20.1 Senzaţia de culoare 120

20.2 Reprezentări ale culorilor ... 121
20.3 Sinteza culorilor ... 123
20.4 Sistemul tricromatic XYZ ... 125
20.5 Modelele cromatice RGB şi CMYK. Alte culori standardizate ... 126
21 Simțurile "chimice" – gust, miros ... 128
21.1 Gustul ... 128
21.2 Mirosul ... 130
21.3 Gustul şi mirosul ca informație ... 132
22 Unități folosite în optica geometrică ... 133
22.1 Putere optică, vergență ... 133
22.2 Dioptria ... 134
22.3 Dioptrimetre ... 134
23 Măsuri de îmbrăcăminte ... 136
23.1 Tabele de echivalență a măsurilor de îmbrăcăminte ... 136
23.2 Un nou standard european pentru măsuri de îmbrăcăminte ... 138
24 Măsuri de încălțăminte ... 144
24.1 Numere de pantofi în diverse regiuni / țări ... 144
24.2 Standarde internaționale ... 145
25 Formate şi dimensiuni standard pentru hârtie ... 147
25.1 Conceptul ISO de formate şi dimensiuni pentru hârtie ... 147
25.2 Dimensiuni pentru plicuri ... 150
25.3 Alte formate ISO ... 150
25.4 Formate de hârtie folosite în SUA şi Canada ... 151
26 Teste pentru măsurarea inteligenței ... 153
26.1 Definiții ale inteligenței ... 154
26.2 Teste "de inteligență" ... 155
26.3 Evaluarea coeficientului IQ pe baza testelor ... 157
26.4 Factori care determină inteligența ... 159
26.5 Corelația dintre valoarea IQ şi realizările în viață ... 161
27 Ce este calimetria ? ... 164
27.1 Noțiuni de calimetrie ... 166
27.2 Un exemplu: calitatea energiei electrice ... 167

Câteva măsurări uzuale

28 Câteva măsurări mecanice simple ... 172
28.1 Măsurarea cuplului de rotație al unui (micro)motor ... 172
28.2 Măsurarea forței de tensiune într-un fir (cablu) ... 173
28.3 Măsurarea puterii motorului unui automobil ... 175
29 Câteva măsurări electrice simple în locuință ... 177
29.1 Alimentarea din pile şi acumulatoare. ... 177
29.2 Măsurarea consumului de energie electrică ... 184
29.3 Măsurarea rezistenței prizelor de pământ ... 186
30 Măsurări cu ajutorul GPS (Global Positioning System) ... 189
30.1 Principiul de funcționare ... 190
30.2 Metoda directă (absolută, autonomă) ... 193
30.3 Metoda diferențială (DGPS) ... 193
30.4 Categorii de aplicații ... 195

30.5 Un exemplu de aparat GPS 197
31 Măsurarea presiunii sangvine (tensiunii arteriale) 199
31.1 Măsurarea presiunii sangvine prin metoda auscultației. 202
31.2 Măsurarea presiunii sangvine prin metoda oscilometrică. 204
32 pH-ul şi organismul uman 207
32.1 Măsurarea pH-ului 207
32.2 Rolul pH-ului în funcționarea organismului uman 208

Idei şi comentarii din lumea metrologiei

33 Factorul uman în măsurări 212
33.1 Componenta emoțională 213
33.2 Componenta temperamentală 214
33.3 Alte demersuri şi extinderi 215
34 "Etaloanele intrinseci", un nou concept în metrologie 218
35 Eroare şi incertitudine, două concepte distincte 220
36 Metrologia şi jocurile de noroc 222
36.1 Reglementări europene 222
36.2 Reglementări în România 223
37 Despre temperatură în viața noastră cotidiană 225
37.1 Temperatura în casă şi în bucătărie 225
37.2 Temperatura în exterior 228
37.3 Temperaturi criogenice 230
38 În legătură cu termenii româneşti de bază în domeniul măsurărilor 234
39 Comentarii la ultima definiție a metrului 237
40 Unde poate duce confuzia între unitățile de măsură 238
41 Cum se obține "liniştea metrologică"? 240
42 Ce pot însemna "sute de decibeli"? 242
43 Gânduri despre o mărime fizică de toate zilele – TIMPUL 244
44 Mai există "unități suplimentare" SI? 248
45 Metrologia în preocuparea unor filosofi contemporani 252

Anexe, bibliografie

A1 Teoria informației şi măsurarea 256
A1.1 Cantitatea de informație 256
A1.2 Informația în măsurări 257
A1.3 Eficiența informațională / energetică a unui aparat de măsurat 258
A2 O problemă legată de raportul de incertitudini la etalonare 260
A3 Poate fi mărită precizia de măsurare prin creşterea erorilor aleatorii? 262
A4 Valori ale unor constante fizice 264
A4.1 Generalități 264
A4.2 Constante fizice fundamentale 264
Bibliografie 267

Mărimi şi unități. Sistemul SI

1 Introducere

1.1 Istoric

Sistemul internaţional de unităţi (SI) a fost adoptat, la scară mondială, în anul 1960, de cea de-a XI-a Conferinţă Generală de Măsuri şi Greutăţi, care este forumul metrologic internaţional. În România, Sistemul internaţional de unităţi a fost adoptat oficial, ca sistem de unităţi obligatoriu, în 1961.

Sistemul internaţional de unităţi, sub forma sa actuală, este bazat pe Sistemul metric zecimal, a cărui origine datează din epoca Revoluţiei Franceze (sfârşitul secolului al 18-lea). În 1799, două etaloane din platină, reprezentând metrul şi kilogramul, au fost depuse la Arhivele Republicii din Paris; acestea au constituit primul pas către viitorul SI, menit să pună capăt multitudinii de unităţi şi sisteme de unităţi existente în lume, necorelate, nezecimale şi necoerente.

În 1832, Gauss a propus primul sistem coerent de unităţi mecanice, adăugând secunda – definită în astronomie – unităţilor de lungime şi de masă. Mai târziu, Weber, Maxwell şi Thomson au dezvoltat teoria fenomenelor electromagnetice şi, ca urmare, în 1874 asociaţia BAAS (British Association for the Advancement of Science) din Anglia a introdus *sistemul CGS*, un sistem tri-dimensional coerent bazat pe centimetru, gram şi secundă, împreună cu multipli şi submultipli zecimali formaţi prin prefixe de la micro la mega.

Sistemul CGS a contribuit mult la progresul fizicii experimentale, dar s-a dovedit incomod pentru utilizare practică. După 1880, aceeaşi BAAS împreună cu Congresul Internaţional de Electricitate (precursor al CEI, actuala Comisie Electrotehnică Internaţională) au aprobat un sistem coerent de unităţi practice.

În 1889, prima Conferinţă Generală de Măsuri şi Greutăţi (CGPM) a sancţionat noile prototipuri ale metrului şi kilogramului, punând bazele *Sistemului MKS* (metru, kilogram, secundă), similar sistemului CGS, dar mai convenabil din punct de vedere practic.

În 1901, Giorgi a demonstrat că este posibil ca cele două sisteme să fie reunite într-un singur sistem cuadri-dimensional (electromecanic) coerent, adăugând celor trei unităţi fundamentale mecanice o a parta unitate de natură electrică. Acest sistem a fost propus în 1939 şi acceptat în 1946, sub denumirea de *Sistem MKSA* (metru, kilogram, secundă, amper). A 10-a CGPM a aprobat oficial introducerea unităţilor amper, kelvin şi candelă ca unităţi fundamentale, iar a 11-a CGPM a dat denumirea de *Sistem internaţional de unităţi* (cu abrevierea SI) acestui sistem, în 1960. Tot această conferinţă a introdus categoria de unităţi suplimentare (radian, steradian), a adoptat un număr de unităţi derivate şi a reglementat formarea multiplilor şi a submultiplilor zecimali ai unităţilor SI. În sfârşit, a 14-a CGPM, în 1974, a completat sistemul cu încă o unitate fundamentală, denumită mol, aducând SI la forma sa actuală.

În prezent, marea majoritate a statelor lumii a adoptat Sistemul internațional de unități ca sistem oficial de unități. Câteva state (printre care se distinge SUA) mențin în continuare sistemul anglo-saxon de unități, în paralel cu SI, dar există o tendință marcată de trecere la SI, în primul rând prin generalizarea acestuia în învățământ, știință, lucrări publice şi alte domenii importante.

În România Sistemul internațional de unități este singurul sistem de unități legal, reglementat prin legislație şi prin standarde. Este admisă însă, în anumite condiții, şi utilizarea unor unități în afara SI. În anul 1995 au fost adoptate standardele române referitoare la mărimi şi unități, identice cu standardele ISO (Organizația Internațională de Standardizare) din seria ISO 31 (standardele de la ISO 31-0: 1992 până la ISO 31-13: 1992), precum şi standardul ISO 1000: 1992. În acest fel, s-a realizat armonizarea completă cu practica internațională – şi în special cu cea europeană – în domeniu.

1.2 Mărimi şi sisteme de mărimi fizice

Prin mărime se înțelege o proprietate a obiectelor, fenomenelor sau sistemelor care poate fi deosebită calitativ şi determinată cantitativ. Metrologia operează în mod obişnuit cu mărimi fizice, care descriu proprietățile fizice ale obiectelor, fenomenelor sau sistemelor.

Cele două aspecte din definiția mărimii – cel calitativ şi cel cantitativ – sunt fundamentale pentru caracterizarea conceptului de mărime.

Sub raport calitativ, se deosebesc mărimi care descriu proprietăți diferite (mărimi de naturi diferite), care se definesc în moduri diferite. Exemple de mărimi, în sens general, calitativ: lungime, masă, energie, rezistență electrică, temperatură.

Sub raport cantitativ, se poate vorbi despre mărimi determinate, concrete, care caracterizează individual un anumit obiect, fenomen sau sistem. Exemple de mărimi în sens concret, determinat: lungimea unei anumite bare, masa etalon-prototip internațional nr. 2, energia degajată prin arderea unei cantități date de combustibil convențional, rezistența unui anumit conductor din cupru, temperatura de solidificare a aurului.

Acest aspect al mărimii exprimă atributul său esențial de a putea varia cantitativ, de a putea fi mai mică sau mai mare şi de a putea fi determinată, măsurată.

Descrierea fenomenelor fizice se face prin legi şi teoreme, în care figurează mărimi fizice. Prin exprimarea clară şi sistematică a acestor legi şi teoreme, au fost definite anumite mărimi fizice, în cadrul fiecărui capitol mare al fizicii: mecanică, electricitate, căldură etc. Ansamblul mărimilor fizice definite pentru descrierea unei clase de fenomene fizice constituie un *sistem de mărimi fizice*.

In fiecare sistem de mărimi fizice se deosebesc mărimi fundamentale şi mărimi derivate.

Mărimile fundamentale reprezintă un set de mărimi, într-un sistem de mărimi dat, admise ca fiind independente între ele. De exemplu, în mecanica clasică au fost adoptate ca mărimi fundamentale lungimea, masa şi timpul, ca fiind cele mai

convenabile pentru caracterizarea fenomenelor mecanice (în principiu, mărimile fundamentale pot fi alese, între anumite limite, arbitrar). In electricitate, pe lângă lungime, masă şi timp, s-a adoptat ca mărime fundamentală şi intensitatea curentului electric. In căldură, la mărimile fundamentale ale mecanicii se adaugă temperatura etc.

Mărimile derivate reprezintă, într-un sistem de mărimi, mărimi definite în funcţie de mărimile fundamentale. Pentru fiecare clasă de fenomene fizice, este utilizat un mare număr de mărimi derivate, care fac posibilă exprimarea concisă a principalelor legi şi teoreme ale fenomenelor respective. De exemplu, în mecanică mărimi ca aria, volumul, viteza, acceleraţia, presiunea, lucrul mecanic sunt dependente de mărimile fundamentale lungime, masă şi timp.

În principiu, numărul mărimilor derivate nu este limitat. Oricând pot fi definite mărimi derivate noi, potrivit unor necesităţi, pentru comoditate. De exemplu, în electricitate se foloseşte şi mărimea derivată conductanţă, definită ca mărimea inversă rezistenţei, doar pentru a simplifica unele propoziţii şi formule (oricând în locul "conductanţei" s-ar putea folosi "unu pe rezistenţă").

Fiecare mărime fizică, fundamentală sau derivată, are o denumire standardizată şi un simbol, recomandat de asemenea prin standarde. Simbolurile mărimilor fizice sunt exprimate prin litere ale alfabetului latin sau grecesc, majuscule sau minuscule, unele cu indici.

Denumirea sistemului de mărimi se poate exprima prescurtat prin simbolurile mărimilor fundamentale. De exemplu, sistemul de mărimi care are ca mărimi fundamentale lungimea, masa şi timpul este denumit sistemul de mărimi *l, m, t.*

Sistemul de mărimi care stă la baza Sistemului internaţional de unităţi de măsură conţine şapte mărimi fundamentale: lungime, masă, timp, intensitate a curentului electric, temperatură termodinamică, cantitate de substanţă, intensitate luminoasă; el se numeşte "sistem *l, m, t, I, T, n, J*".

1.3 Dimensiunea mărimilor fizice

Exprimarea unei mărimi aparţinând unui sistem de mărimi ca produs al puterilor mărimilor fundamentale ale sistemului, având un coeficient numeric egal cu 1, se numeşte *dimensiunea* mărimii fizice respective.

Simbolul dimensiunilor mărimilor fundamentale se scrie cu literă mare. De exemplu, dimensiunea lungimii este L, dimensiunea masei este M, dimensiunea timpului este T.

De exemplu, întrucât viteza este definită ca raport între lungime şi timp, dimensiunea sa rezultă

$$\dim v = \mathrm{LT}^{-1}.$$

Dimensiunea acceleraţiei este

$$\dim a = \mathrm{LT}^{-2}.$$

Exponenţii care figurează în expresia dimensiunii unei mărimi se numesc exponenţi dimensionali.

Dimensiunile celor şapte mărimi fundamentale corespunzătoare Sistemului internaţional de unităţi de măsură se notează cu: L (lungime), M (masă), T (timp), I (intensitatea câmpului electric), Θ (temperatura termodinamică), N (cantitatea de substanţă) şi J (intensitate luminoasă). Dimensiunea oricărei mărimi derivate SI poate fi exprimată ca produs al puterilor lui L, M, T, I, Θ, N, J, sub forma

$$\dim x = L^{\alpha}M^{\beta}T^{\gamma}I^{\delta}\Theta^{\varepsilon}N^{\zeta}J^{\lambda}$$

unde α, β, γ, δ, ε, ζ, λ sunt exponenţii dimensionali.

Câteva exemple de dimensiuni ale unor mărimi fizice:

forţă:	$\dim F = LMT^{-2}$;
presiune:	$\dim p = L^{-1}MT^{-2}$;
moment al forţei:	$\dim M = L^{2}MT^{-2}$;
lucru mecanic, energie:	$\dim W = L^{2}MT^{-2}$;
tensiune electrică:	$\dim U = L^{2}MT^{-3}\,I^{-1}$;
capacitate calorică:	$\dim C = L^{2}MT^{-2}\Theta^{-1}$;
volum molar al substanţei:	$\dim V_m = L^{3}N^{-1}$;
iluminare:	$\dim E_v = L^{-2}J$.

Mărimile fizice în a căror expresie dimensională toţi exponenţii dimensionali sunt nuli se numesc *mărimi adimensionale* (mărimi fără dimensiune, sau mărimi cu dimensiune unu). Nu este corect să se considere că aceste mărimi se exprimă prin numere abstracte (numere pure); ele sunt mărimi fizice, cu toate proprietăţile acestora, având dimensiunea 1. De exemplu, în sistemul de mărimi *l, m, t,* unghiul plan este o mărime adimensională (expresia dimensională a unghiului plan este $L^{0}M^{0}T^{0} = 1$). Alte exemple de mărimi adimensionale: densitate relativă, permitivitate relativă, nivel de intensitate sonoră, factor de putere, indice de refracţie, concentraţie (a unei substanţe într-un amestec).

Mărimile adimensionale pot fi mărimi relative sau mărimi logaritmice. Mărimile relative sunt definite printr-un raport între două mărimi fizice de aceeaşi dimensiune (de exemplu, densitate relativă, indice de refracţie, concentraţie). Mărimile logaritmice sunt definite ca logaritm, într-o anumită bază, al unei mărimi relative (de exemplu, nivel de intensitate sonoră, atenuare).

Trebuie subliniat că dimensiunea este o caracteristică a fiecărei mărimi fizice, dar nu o determină integral. Există mărimi fizice distincte, având aceeaşi dimensiune: moment al forţei şi lucru mecanic (dimensiune $L^{2}MT^{-2}$); flux electric şi sarcină electrică (dimensiune TI); capacitate calorică şi entropie (dimensiune $L^{2}MT^{-2}\Theta^{-1}$). De aceea, omogenitatea dimensională a unei ecuaţii fizice nu este o

dovadă a corectitudinii ecuaţiei (omogenitatea dimensională este o condiţie necesară, dar nu şi suficientă a valabilităţii unei ecuaţii fizice).

1.4 Valoare (a unei mărimi), valoare numerică, unitate de măsură

Expresia mărimii sub formă de valoare numerică şi unitate de măsură se numeşte valoare a acelei mărimi.

Valoarea unei mărimi caracterizează cantitativ mărimea respectivă. Valoarea unei mărimi este independentă de unitatea de măsură folosită pentru exprimarea ei. Astfel, valoarea lungimii unei anumite bare este aceeaşi, în orice unitate de măsură ar fi exprimată (de exemplu 0,312 m sau 31,2 cm sau 312 mm). Prin convenţie, la schimbarea unităţii de măsură se schimbă şi valoarea numerică a mărimii astfel ca valoarea ei să rămână aceeaşi; această proprietate este cunoscută şi ca "ecuaţie fundamentală a măsurării".

In limbajul curent, în loc de "valoarea unei mărimi" se foloseşte deseori termenul "mărime"; acest lucru este admisibil, dacă nu poate conduce la confuzii.

Valoarea mărimii de măsurat x poate fi exprimată prin produsul dintre unitatea de măsură u şi valoarea numerică a mărimii v:

$$x = v \cdot u$$

Această egalitate se mai scrie sub forma:

$$x = \{x\} \cdot [x]$$

unde $\{x\}$ este valoarea numerică a mărimii x, iar $[x]$ este unitatea de măsură în care se exprimă x.

De exemplu, în relaţia care exprimă o mărime concretă (masă)

$$m = 1{,}152 \text{ kg}$$

m reprezintă masa unui obiect, 1,152 este valoarea numerică a acestei mase şi kg este unitatea de măsură (kilogram).

Trecerea de la o unitate de măsură la alta modifică valoarea numerică invers proporţional cu aceasta. Astfel, dacă aceeaşi mărime x este exprimată în două unităţi de măsură diferite:

$$x = v_1 \cdot u_1;$$
$$x = v_2 \cdot u_2,$$

unde u_1 şi u_2 sunt cele două unităţi de măsură, iar v_1 şi v_2 sunt cele două valori numerice corespunzătoare, rezultă:

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{u_2}{u_1} .$$

Revenind la exemplul dat anterior, masa m = 1,152 kg poate fi exprimată ca m = 1152 g; valoarea numerică a crescut de la 1,152 la 1152 adică de 1000 ori,

corespunzător unității de măsură folosite, gramul, care este de 1000 ori mai mică decât unitatea de măsură inițială, kilogramul.

In general, dacă o unitate de măsură u_2 se exprimă în funcție de altă unitate de măsură u_1 prin relația

$$u_2 = k \cdot u_1$$

unde k se numeşte factor de conversiune de la o unitate la alta, valoarea numerică v_2 exprimată în unitatea u_2 rezultă

$$v_2 = \frac{1}{k} v_1$$

unde v_1 este valoarea numerică a aceleiaşi mărimi exprimată în unitatea u_1.

Fac excepție de la aceste reguli aşa-numitele *mărimi neaditive*, definite prin scări de referință. În aceste cazuri, trecerea de la o unitate de măsură la alta nu se face în general prin simplă înmulțire cu un factor de conversiune, ci prin relații care țin seama de schimbarea întregii scări de referință. De exemplu, pentru a exprima în grade Celsius, t_C, o temperatură t_F dată în grade Fahrenheit, se foloseşte relația de conversiune $t_C = 5(t_F–32)/9$. Alte exemple de mărimi neaditive: duritate, pH, nivel sonor, sensibilitate fotografică.

1.5 Ecuații cu mărimi şi ecuații cu valori numerice

Ecuațiile utilizate în fizică şi în tehnică pot fi scrise în două moduri: ca *ecuații cu mărimi* fizice sau ca *ecuații cu valori numerice* ale mărimilor.

Ecuațiile cu mărimi sunt ecuații în care simbolurile literale reprezintă mărimi (de fapt, valori ale mărimilor).

De exemplu, ecuația

$$F = m \cdot a$$

exprimă relația dintre forța F care acționează asupra unui corp, masa m a corpului şi accelerația a a corpului.

Ecuațiile cu mărimi pot conține coeficienți numerici (adimensionali) sau coeficienți dimensionali (de obicei, constante universale). De exemplu, relația dintre aria suprafeței unui cerc S şi diametrul său d

$$S = (\pi/4)d^2$$

conține coeficientul numeric $\pi/4$. In legea atracției gravitaționale, care exprimă forța de atracție F în funcție de masele corpurilor m_1, m_2 şi de distanța r dintre ele:

$$F = \mathrm{G}\, m_1 m_2 / r^2$$

figurează coeficientul dimensional G, constanta gravitației universale.

Ecuațiile cu mărimi sunt ecuații omogene dimensional şi sunt independente de alegerea unităților de măsură, dacă acestea fac parte din acelaşi sistem de unități

(coerent). Coeficienţii numerici dimensionali din ecuaţiile cu mărimi nu se modifică la schimbarea unităţilor de măsură.

Ecuaţiile cu valori numerice sunt ecuaţii în care simbolurile literale reprezintă valori numerice ale mărimilor fizice.

De exemplu, ecuaţia

$$v_{m/s} = \frac{\pi}{60} d_m \omega_{rot/\min}$$

exprimă relaţia dintre viteza periferică v a unui disc cu diametrul d şi viteza unghiulară ω cu care se roteşte. În această ecuaţie simbolurile v, d şi ω reprezintă valori numerice. Ecuaţia este valabilă numai pentru unităţile de măsură specificate prin indici, metru pe secundă, metru şi respectiv rotaţie pe minut. Coeficientul $\pi/60$ intervine tocmai datorită utilizării unor unităţi de măsură care nu fac parte din acelaşi sistem de unităţi.

Ecuaţiile cu valori numerice nu sunt totdeauna ecuaţii omogene dimensional.

Caracteristic pentru ecuaţiile cu valori numerice este faptul că în ele intervin coeficienţi numerici (adimensionali), a căror valoare depinde de unităţile măsură folosite. De aceea, în ecuaţiile cu valori numerice trebuie totdeauna specificate unităţile de măsură, de exemplu prin indici ataşaţi simbolurilor.

In general, este preferată utilizarea ecuaţiilor cu mărimi. Ecuaţiile cu valori numerice sunt folosite totuşi în practică, mai ales în inginerie şi în diverse activităţi tehnice, pentru deteterminarea unor valori numerice în funcţie de altele. deseori din motive de obişnuinţă, dar utilizarea lor poate duce la erori sau confuzii dacă nu sunt respectate unităţile de măsură adecvate. De asemenea, numeroase formule empirice sunt exprimate tot ca ecuaţii cu valori numerice.

2 Unităţi SI

2.1 Generalităţi

Sistemul internaţional de unităţi (SI) cuprinde două categorii de unităţi:
- unităţi fundamentale,
- unităţi derivate,

care formează împreună ceea ce se numeşte "sistemul coerent de unităţi SI". Acesta include de asemenea prefixele cu ajutorul cărora se formează multiplii şi submultiplii unităţilor SI.

Notă. Prin rezoluţia celei de a 20-a CGPM, din 1995, clasa unităţilor suplimentare ale SI, formată din unitatea de unghi plan (radian) şi din unitatea de unghi solid (steradian), a fost suprimată. Aceste unităţi, radianul şi steradianul, sunt interpretate ca unităţi derivate fără dimensiune, ale căror denumiri şi simboluri pot fi utilizate, dar nu în mod necesar, în expresiile altor unităţi derivate SI.

Din punct de vedere ştiinţific, împărţirea unităţilor SI în cele două clase este arbitrară, ea nefiind impusă de fizică. Totuşi, s-a considerat că ansamblul unităţilor SI, aşa cum este definit în prezent, bazat pe şapte unităţi fundamentale, are avantaje majore şi corespunde unor cerinţe importante în cercetarea ştiinţifică, inginerie, învăţământ, relaţii internaţionale, comerţ şi alte activităţi practice.

Trebuie subliniat că fiecare mărime fizică are o singură unitate SI, chiar dacă această unitate poate fi exprimată sub forme diferite. Reciproca nu este însă adevărată: o anumită unitate SI poate fi utilizată, în anumite cazuri, pentru mai multe mărimi diferite (de exemplu, unitatea joule este folosită în acelaşi timp pentru energie, lucru mecanic şi cantitate de căldură; unitatea newton-metru este folosită pentru momentul forţei şi lucru mecanic; unitatea watt pe metru pătrat este folosită pentru flux termic superficial şi iluminare energetică).

2.2 Unităţi SI fundamentale

Unităţile fundamentale sunt unităţile mărimilor fundamentale. Unităţile SI fundamentale sunt unităţile corespunzătoare sistemului bazat pe următoarele şapte mărimi fundamentale: lungime, masă, timp, intensitatea curentului electric, temperatură termodinamică, cantitate de substanţă, intensitate luminoasă.

Unităţile SI fundamentale, pentru aceste şapte mărimi, împreună cu simbolurile lor, sunt date în tabelul 2.1. Fiecare unitate SI fundamentală are o denumire specială, care se tratează în text ca un substantiv comun (are singular şi plural), şi un simbol, care este inflexibil.

Tabelul 2.1. Unităţi SI fundamentale

Mărime fundamentală	Unitate SI fundamentală	
	Denumire	Simbol
lungime	metru	m
masă	kilogram	kg
timp	secundă	s
curent electric	amper	A
temperatură termodinamică	kelvin	K
cantitate de substanţă	mol	mol
intensitate luminoasă	candelă	cd

Definiţiile unităţilor fundamentale SI, în conformitate cu ultimele hotărâri ale Conferinţei Generale de Măsuri şi Greutăţi, sunt următoarele:

Metrul este lungimea spaţiului parcurs de lumină în vid într-un interval de timp de 1/299 792 458 dintr-o secundă.

Kilogramul este egal cu masa prototipului internaţional al kilogramului.

Secunda este durata a 9 192 631 770 perioade ale radiaţiei corespunzătoare tranziţiei dintre două nivele hiperfine a stării fundamentale a atomului de cesiu 133.

Amperul este intensitatea curentului care circulă prin două conductoare rectilinii paralele de lungime infinită, cu o secţiune circulară neglijabilă, aflate la o distanţă de 1 metru în vid, şi între care se exercită o forţă de atracţie egală cu 2×10^{-7} newton pentru fiecare metru de lungime.

Kelvinul reprezintă fracţia egală cu 1/273,16 din temperatura termodinamică a punctului triplu al apei.

Molul este cantitatea de substanţă dintr-un sistem care conţine entităţi elementare egale cu numărul de atomi conţinuţi în 0,012 kg de carbon 12.

La utilizarea molului, entităţile elementare trebuie specificate şi ele pot fi atomi, molecule, ioni, electroni, alte particule sau grupuri specificate de aceste particule.

Candela este intensitatea luminii într-o direcţie dată a unei surse care emite o radiaţie de frecvenţă monocromatică egală cu 540×10^{12} hertz şi are o intensitate a radiaţiei în acea direcţie de 1/683 waţi pe steradian.

2.3 Unități SI derivate

Unitățile SI derivate se exprimă algebric – cu ajutorul simbolurilor matematice de înmulțire şi de împărțire – în funcție de unitățile SI fundamentale sau în funcție de alte unități SI derivate. De exemplu, unitatea derivată pentru mărimea derivată *viteză* este metru pe secundă, cu simbolul m/s. Exemple de unități derivate exprimate direct în funcție de unități fundamentale sunt date în tabelul 2.2.

Tabelul 2.2. Exemple de unități SI derivate exprimate prin unități fundamentale

Mărime derivată	Unitate SI derivată	
	Denumire	Simbol
arie	metru pătrat	m^2
volum	metru cub	m^3
viteză	metru pe secundă	m/s
accelerație	metru pe secundă la pătrat	m/s^2
număr de undă	metru la puterea minus unu	m^{-1}
masă volumică	kilogram pe metru cub	kg/m^3
volum masic	metru cub pe kilogram	m^3/kg
densitate de curent	amper pe metru pătrat	A/m^2
intensitate a câmpului magnetic	amper pe metru	A/m
concentrație (de cantitate de substanță)	mol pe metru cub	mol/m^3
luminanță	candelă pe metru pătrat	cd/m^2
indice de refracție	(numărul) unu	1

Exemplul din ultimul rând al tabelului este un caz particular, acela al unei unități fără dimensiune (adimensionale, sau cu dimensiunea unu), a cărei unitate este "unu". De regulă, simbolul "1" nu se mai scrie în urma unei valori numerice, în asemenea cazuri.

Pentru mai multă uşurinţă în utilizare, anumitor unităţi SI derivate li s-au atribuit denumiri şi simboluri speciale. În tabelul 2.3 sunt enumerate aceste unităţi, împreună cu mărimile fizice cărora le aparţin, simbolul, corespunzător, expresia echivalentă în funcţie de alte unităţi SI (fundamentale sau derivate cu denumiri speciale) şi expresia în funcţie numai de unităţile SI fundamentale. Se vede imediat că expresiile în funcţie de unităţile fundamentale sunt relativ complicate şi utilizarea lor practică ar fi greoaie, ceea ce justifică introducerea denumirilor speciale.

Toate celelalte unităţi derivate au denumiri şi simboluri care se pot forma în funcţie de unităţile fundamentale şi de unităţile cu denumiri speciale din tabelul 2.3. În principiu, numărul unităţilor derivate este nelimitat, ca şi cel al mărimilor derivate; oricând, pot fi definite noi mărimi derivate şi unităţi derivate, după necesităţi, pentru exprimarea mai convenabilă a unor ecuaţii fizice. Unitatea derivată respectivă se obţine pornind de la relaţia de definiţie a mărimii derivate considerate. În tabelul 2.4 sunt date exemple de unităţi derivate formate în funcţie de unităţile fundamentale şi de unităţile derivate cu denumiri speciale; aceste exemple sunt alese dintre cele mai importante şi mai frecvent utilizate asemenea unităţi.

Tabelul pune în evidenţă că, în multe cazuri, există mai multe mărimi diferite care au aceeaşi unitate SI. De exemplu, joule pe kelvin (J/K) este unitatea SI atât pentru capacitate termică cât şi pentru entropie, iar amper (A) este unitatea fundamentală pentru intensitatea curentului electric, şi în acelaşi timp unitatea derivată pentru forţa magnetomotoare. De aici rezultă că nu este suficient să se indice denumirea unităţii de măsură pentru a şti la ce mărime se referă (astfel, pe aparatele de măsurat ar trebui menţionată şi mărimea măsurată, nu doar unitatea de măsură, aşa cum se procedează deseori).

Pe de altă parte, o anumită unitate derivată poate fi exprimată în mai multe feluri, folosind unităţi fundamentale şi unităţi derivate cu denumiri speciale. De exemplu, unitatea de flux magnetic poate fi exprimată fie ca weber (Wb), fie ca volt secundă (V·s), iar intensitatea câmpului electric, care se măsoară de obicei în volt pe metru (V/m), ar putea fi măsurată şi în newton pe coulomb (N/C), etc. Deseori, în practică se preferă ca pentru anumite mărimi să se utilizeze unităţi derivate astfel exprimate încât să se uşureze distincţia dintre mărimi care ar avea unităţi exprimate la fel în funcţie de unităţile fundamentale. De exemplu, unitatea momentului forţei este denumită newton metru (N·m) şi nu joule, deoarece acesta din urmă se foloseşte cu predilecţie ca unitate de energie. De asemenea, unitatea de frecvenţă este hertz (Hz) şi nu unu pe secundă (1/s); unitatea SI de frecvenţă unghiulară este radian pe secundă (rad/s), denumire în care s-a introdus "radian" pentru a sublinia că viteza unghiulară este de 2π ori frecvenţa de rotaţie.

Tabelul 2.3. Unități SI derivate având denumiri speciale

Mărime derivată	Unitate SI derivată			
	Denumire	Simbol	Expresia în alte unități SI	Expresia în unități SI fundamentale
unghi plan	radian	rad		$m \cdot m^{-1}=1$
unghi solid	steradian	sr		$m^2 \cdot m^{-2}=1$
frecvență	hertz	Hz		s^{-1}
forță	newton	N		$m \cdot kg \cdot s^{-2}$
presiune, tensiune mecanică	pascal	Pa	N/m^2	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2}$
energie, lucru mecanic, cantitate de căldură	joule	J	$N \cdot m$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$
putere, flux energetic	watt	W	J/s	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3}$
cantitate de electricitate, sarcină electrică	coulomb	C		$s \cdot A$
potențial electric, diferență de potențial, forță electromotoare	volt	V	W/A	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$
capacitate electrică	farad	F	C/V	$m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^4 \cdot A^2$
rezistență electrică	ohm	Ω	V/A	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-2}$
conductanță electrică	siemens	S	A/V	$m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^3 \cdot A^2$
flux de inducție magnetică	weber	Wb	$V \cdot s$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$
inducție magnetică	tesla	T	Wb/m^2	$kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$
inductanță	henry	H	Wb/A	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-2}$
temperatură Celsius	grad Celsius	°C		K
flux luminos	lumen	lm	$cd \cdot sr$	$m^2 m^{-2} cd=cd$
iluminare	lux	lx	lm/m^2	$m^2 \cdot m^{-4} \cdot cd=m^{-2} \cdot cd$
activitate (a unui radionuclid)	becquerel	Bq		s^{-1}
doză absorbită, energie (comunicată) masică, kerma	gray	Gy	J/kg	$m^2 \cdot s^{-2}$
echivalent al dozei, echivalent al dozei ambiante, echivalent al dozei direcționale, echivalent al dozei individuale	sievert	Sv	J/kg	$m^2 \cdot s^{-2}$

Tabelul 2.4. Exemple de unităţi SI derivate exprimate în funcţie de unităţi derivate cu denumiri speciale

Mărime derivată	Unitate SI derivată		
	Denumire	Simbol	Expresia în unităţi SI fundamentale
viscozitate dinamică	pascal secundă	Pa·s	$m^{-1}·kg·s^{-1}$
moment al forţei	newton metru	N·m	$m^{2}·kg·s^{-2}$
tensiune superficială	newton pe metru	N/m	s^{-1}
viteză unghiulară	radian pe secundă	rad/s	$kg·s^{-2}$
acceleraţie unghiulară	radian pe secundă la pătrat	rad/s^2	$m·m^{-1}·s^{-1}=s^{-1}$
flux termic superficial, iluminare energetică	watt pe metru pătrat	W/m^2	$kg·s^{-3}$
capacitate termică, entropie	joule pe kelvin	J/K	$m^{2}·kg·s^{-2}·K^{-1}$
capacitate termică masică, entropie masică	joule pe kilogram kelvin	J/(kg·K)	$m^{2}·s^{-2}·K^{-1}$
energie masică	joule pe kilogram	J/kg	$m^{2}·s^{-2}$
conductivitate termică	watt pe metru kelvin	W/(m·K)	$m·kg·s^{-3}·K^{-1}$
energie volumică	joule pe metru cub	J/m^3	$m^{-1}·kg·s^{-2}$
câmp electric	volt pe metru	V/m	$m·kg·s^{-3}·A^{-1}$
sarcină (electrică) volumică	coulomb pe metru cub	C/m^3	$m^{-3}·s·A$
deplasare electrică	coulomb pe metru pătrat	C/m^2	$m^{-2}·s·A$
permitivitate	farad pe metru	F/m	$m^{-3}·kg^{-1}·s^{4}·A^{2}$
permeabilitate	henry pe metru	H/m	$m·kg·s^{-2}·A^{-2}$
energie molară	joule pe mol	J/mol	$m^{2}·kg·s^{-2}·mol^{-1}$
entropie molară, capacitate termică molară	joule pe mol kelvin	J/(mol·K)	$m^{2}·kg·s^{-2}·K^{-1}mol^{-1}$
expunere (radiaţii x şi γ)	coulomb pe kilogram	C/kg)	$kg^{-1}·s·A$
debit de doză absorbită	gray pe secundă	Gy/s	$m^{2}·s^{-3}$
intensitate energetică	watt pe steradian	W/sr	$m^{4}·m^{-2}·kg·s^{-3}= m^{2}·kg·s^{-3}$
luminanţă energetică	watt pe metru pătrat steradian	$W/(m^2·sr)$	$m^{2}·m^{-2}·kg·s^{-3}= kg·s^{-3}$

În domeniul radiațiilor ionizante, s-au alocat denumiri speciale unor unități utilizate des în domeniul sănătății umane, pentru a preveni pericolul interpretării greşite a unor unități de tipul unu pe secundă şi joule pe kilogram.

Radianul şi steradianul sunt utilizate uneori în expresiile anumitor unități derivate, pentru a deosebi între ele mărimi de naturi diferite având aceeaşi dimensiune. Această practică este menținută în special în fotometrie.

Spre deosebire de cazul radianului şi steradianului, unități derivate fără dimensiune, unitatea derivată "1" nu este de obicei menționată explicit.

2.4 Multipli şi submultipli zecimali ai unităților SI

Multiplii şi submultiplii unităților SI se formează prin adăugarea prefixelor din tabelul 2.5 la denumirea unității, şi respectiv a simbolurilor acestor prefixe la simbolurile unităților. Prefixul se ataşează direct, fără interval sau cratimă, la denumirea unității, iar simbolul prefixului se ataşează de asemenea direct la simbolul unității. De exemplu, un kilometru, simbol 1 km, este egal cu o mie de metri, simbol 1000 m sau 10^3 m.

Tabelul 2.5. Prefixe SI

Factor	Prefix	Simbol
10^{24}	yotta	Y
10^{21}	zetta	Z
10^{18}	exa	E
10^{15}	peta	P
10^{12}	tera	T
10^{9}	giga	G
10^{6}	mega	M
10^{3}	kilo	K
10^{2}	hecto	h
10^{1}	deca	da

Factor	Prefix	Simbol
10^{-1}	deci	d
10^{-2}	centi	c
10^{-3}	mili	m
10^{-6}	micro	m
10^{-9}	nano	n
10^{-12}	pico	p
10^{-15}	femto	f
10^{-18}	atto	a
10^{-21}	zepto	z
10^{-24}	yocto	y

Unitatea de masă este singura dintre unitățile SI fundamentale a cărei denumire conține, din motive istorice, un prefix. Prin excepție față de celelalte unități SI, multiplii şi submultiplii zecimali ai unității de masă se formează adăugând prefixe la cuvântul "gram" şi respectiv simbolurile prefixelor la simbolul "g". De exemplu: 10^{-6} kg = 1 mg (1 miligram) şi nu 1 μkg (1 microkilogram).

3 Unităţi în afara SI

3.1 Categorii de unităţi în afara SI, utilizate curent

În prezent se utilizează, în România ca şi în alte ţări ale lumii, numeroase unităţi de măsură care nu fac parte din SI. Situaţia acestor unităţi a fost examinată de forurile internaţionale specializate, în primul rând de Comitetul Internaţional de Măsuri şi Greutăţi (CIPM), care în 1969 a admis împărţirea lor în trei categorii: unităţi care sunt acceptate să fie utilizate împreună cu unităţile SI; unităţi care sunt acceptate temporar să fie utilizate împreună cu unităţile SI; unităţi care nu sunt acceptate să fie utilizate împreună cu unităţile SI şi, în consecinţă, trebuie evitate.

În 1996 CIPM a reconsiderat această clasificare şi a aprobat împărţirea unităţilor în afara SI după alte criterii. În primul rând, se deosebesc:

- unităţi admise a fi folosite împreună cu unităţile SI, şi
- unităţi a căror folosire împreună cu unităţile SI nu este recomandată.

Unităţile din prima categorie cuprind:
- unităţi utilizate curent împreună cu SI;
- unităţi utilizate împreună cu SI a căror valoare este obţinută experimental;
- alte unităţi utilizate împreună cu SI, pentru nevoi speciale.

3.2 Unităţi utilizate curent împreună cu SI

Unităţile date în tabelul 3.1 sunt admise a fi folosite împreună cu unităţile SI, ele fiind de uz curent, în viaţa de toate zilele. În particular, ele includ unităţi uzuale de timp şi de unghi plan, precum şi unele unităţi de importanţă crescândă în tehnică.

Tabelul 3.1.Unităţi în afara SI folosite împreună cu Sistemul Internaţional:

Denumire	Simbol	Valoare în unităţi SI
minut	min	1 min = 60 s
oră	h	1 h = 60 min = 3600 s
zi	d	1 d = 24 h = 86 400 s
grad	°	$1° = (\pi/180)$ rad
minut	′	$1′ = (1/60)° = (\pi/10\ 800)$ rad
secundă	″	$1″ = (1/60)′ = (\pi/648\ 000)$ rad
litru	l, L	$1\ L = 1\ dm^3 = 10^{-3}\ m^3$
tonă	t	$1\ t = 10^3$ kg
neper	Np	1 Np = 1
bel	B	1 B = (1/2) ln 10

Note. (a) Organizația Internațională de Standardizare (ISO) recomandă ca gradul să fie divizat în submultipli zecimali, nu utilizând minutul şi secunda.

(b) Pentru litru se poate folosi oricare din simbolurile l sau L. Simbolul L a fost adoptat de a 16-a CGPM în 1969, pentru a se evita confuzia dintre litera l şi cifra 1. Din acest punct de vedere, este de preferat utilizarea simbolului L.

(c) Tona este denumită, în unele țări anglo-saxone, tonă metrică, pentru a o deosebit de unitatea anglo-saxonă "ton".

(d) Neperul şi belul sunt unități utilizate pentru a exprima valorile unor mărimi logaritmice, cum sunt nivelul câmpului, nivelul de putere, nivelul de presiune acustică, decrementul logaritmic sau atenuarea. Neperul este coerent cu SI, dar nu a fost adoptat încă de CGPM ca unitate SI.

3.3 Unități utilizate cu SI a căror valoare este obținută experimental

În tabelul 3.2 sunt date trei unități în afara SI, de uz curent în unele domenii de specialitate, ale căror valori sunt cunoscute doar cu aproximație, din date experimentale. Valorile menționate în tabel sunt însoțite de incertitudinea cu care sunt cunoscute (dată în paranteze, ca incertitudine standard, pentru $k = 1$).

Tabelul 3.2. Unități în afara SI a căror valoare este obținută experimental

Denumire	Simbol	Valoare în unități SI
electronvolt	eV	$1\ \text{eV} = 1{,}602\ 177\ 33\ (49) \times 10^{-19}\ \text{J}$
unitate de masă atomică unificată	u	$1\ \text{u} = 1{,}660\ 540\ 2\ (10) \times 10^{-27}\ \text{kg}$
unitate astronomică	ua	$1\ \text{ua} = 1{,}495\ 978\ 706\ 91\ (30) \times 10^{11}\ \text{m}$

Note. (a) Electronvoltul este energia cinetică dobândită de un electron care traversează o diferență de potențial de 1 V în vid.

(b) Unitatea de masă atomică unificată este egală cu 1/12 din masa unui atom de ^{12}C, liber, în repaus şi în starea sa fundamentală. În biochimie, unitatea de masă atomică unificată este numită şi dalton, cu simbolul Da.

(c) Unitatea astronomică este o unitate de lungime: valoarea sa este aproximativ egală cu distanța medie dintre pământ şi soare.

3.4 Alte unități utilizate împreună cu SI, pentru nevoi speciale

În tabelul următor sunt cuprinse alte unități în afara SI, utilizate curent împreună cu SI, pentru nevoi specifice în domenii comerciale, juridice, ştiințifice sau altele.

Tabelul 3.3. Alte unităţi utilizate împreună cu SI, pentru nevoi speciale

Denumire	Simbol	Valoare în unităţi SI
milă marină		1 milă marină = 1852 m
nod		1 milă marină pe oră = (1852/3600) m/s
ar	a	1 a = 1 dam^2 = 10^2 m^2
hectar	ha	1 ha = 1 hm^2 = 10^4 m^2
bar	bar	1 bar = 0,1 MPa = 100 kPa = 10^5 Pa
ångström	Å	1 Å = 0,1 nm = 10^{-10} m
barn	b	1 b = 100 fm^2 = 10^{-28} m^2

Note. (a) Mila marină este o unitate specială pentru a exprima distanţa, utilizată în navigaţia marină şi aeriană. Ea a fost adoptată în 1929 sub denumirea de "milă marină internaţională", dar este folosită curent şi sub denumirea simplă de "milă" (a nu se confunda cu mila anglo-saxonă, "mile", de valoare diferită). Mila marină şi nodul (unitate de viteză, egală cu mila marină pe oră), utilizate în continuare în mod curent în navigaţie, nu au simboluri convenite la nivel internaţional.

(b) Unităţile ar şi hectar au fost adoptate în 1879 şi sunt utilizate în special în agricultură. Ele pot fi privite ca denumiri speciale ale unor multipli SI.

(c) Unitatea bar a fost adoptată în 1948, ca unitate de presiune, cu scopul de a uşura exprimarea valorilor uzuale de presiune, în special în tehnică, care în trecut se făcea în unităţi de valori apropiate de bar (kilogram-forţă pe centimetru pătrat, atmosferă, atmosferă fizică, atmosferă tehnică etc.). Ea poate fi privită – ca şi arul şi hectarul – ca un multiplu SI cu denumire specială.

(d) Unitatea barn este utilizată în fizica nucleară pentru a exprima valorile secţiunii eficace.

Numeroase alte unităţi în afara SI continuă să fie utilizate în diferite lucrări, documente, texte sau prezentări. Unele dintre acestea sunt importante în special pentru interpretarea unor texte ştiinţifice vechi. Este vorba, în primul rând, de sistemul CGS (centimetru, gram, secundă), utilizat istoric mai întâi în mecanică. Ulterior, după introducerea celor trei variante – Sistemul CGS electrostatic, Sistemul GGS electromagnetic şi Sistemul CGS al lui Gauss (simetric) – el a fost extins şi în domeniul electricităţii şi al magnetismului, precum şi în căldură şi în fotometrie.

Următorul tabel redă unităţile CGS derivate care au denumiri speciale, împreună cu simbolurile lor şi cu valorile corespunzătoare în unităţi SI.

Tabelul 3.4. Unități CGS derivate având denumiri speciale:

Denumire	Simbol	Valoare în unități SI
erg	erg	10^{-7} J
dină	dyn	10^{-5} N
poise	P	0,1 Pa·s
stokes	St	10^{-4} m^2/s
gauss	G	10^{-4} T
oersted	Oe	$(1000/4\pi)$ A/m
maxwell	Mx	10^{-8} Wb
stilb	sb	10^{4} cd/m^2
phot	ph	10^{4} lx
gal	Gal	10^{-2} m/s^2

În tabelul următor sunt date alte unități care pot fi găsite frecvent în texte mai vechi. Utilizarea lor trebuie evitată, pentru a nu se pierde avantajele SI.

Tabelul 3.5. Exemple de alte unități în afara SI

Denumire	Simbol	Valoare în unități SI
curie	Ci	$3,7 \times 10^{10}$ Bq
röntgen	R	$2,58 \times 10^{-4}$ C/kg
rad	rad	1 cGy = 10^{-2} Gy
rem	rem	1 cSv = 10^{-2} Sv
unitate X		$\approx 1,002 \times 10^{-4}$ nm
gamma	γ	1 nT = 10^{-9} T
jansky	Jy	10^{-26} $W \cdot m^{-2} \cdot Hz^{-1}$
fermi		1 fm = 10^{-15} m
carat metric		0,2 g = 2×10^{-4} kg
torr	Torr	(101 325/760) Pa
atmosferă normală	atm	101 325 Pa
calorie	cal	$\approx$ 4,18 J
micron	μ	1 μm = 10^{-6} m

Note. (a) Unitatea "gal" este utilizată în geodezie şi în geofizică, pentru exprimarea acceleraţiei gravitaţionale.

(b) Curie este o unitate specială utilizată în fizica nucleară pentru a exprima activitatea radionuclizilor.

(c) Röntgenul este o unitate specială utilizată pentru a exprima expunerea la radiaţii x sau γ.

(d) Radul este o unitate specială utilizată pentru a exprima doza absorbită de radiaţii ionizante. Pentru a evita confuzia cu simbolul radianului, se poate folosi simbolul rd pentru rad.

(e) Remul este o unitate specială utilizată în radioprotecţie pentru a exprima echivalentul de doză.

(f) Unitatea X a fost utilizată pentru a exprima lungimea de undă a radiaţiilor x. Echivalenţa ei cu unitatea SI este aproximativă.

(g) Unitatea fermi este exact echivalentă cu un submultiplu zecimal al unităţii SI.

(h) Caratul metric a fost adoptat de a 4-a CGPM în 1907 pentru a fi utilizat în comerţul cu diamante, perle fine şi pietre preţioase.

(i) Conform unei rezoluţii a celei de a 10-a CGPM, denumirea "atmosferă normală" rămâne admisă pentru presiunea de referinţă de 101 325 Pa.

(j) Valoarea din tabelul 10 pentru calorie este aproximativă (a se vedea şi pct. 4.8).

(k) Micronul şi simbolul său, adoptate de CIPM în 1879 şi reluate de a 9-a CGPM în 1948, au fost abrogate de a 13-a CGPM în 1967-1968.

4 Observații la formarea şi la utilizarea anumitor unități

4.1 Timp şi frecvență de rotație

Unitatea SI de timp (interval de timp) este secunda (s) şi ea trebuie utilizată în toate lucrările ştiințifice şi tehnice, împreună cu submultiplii zecimali milisecundă, microsecundă, etc. Multiplii zecimali ai secundei nu sunt utilizați. În locul lor sunt uzuali multiplii minut (min), oră (h) şi zi (d).

Unitățile de timp minut şi oră pot fi utilizate şi pentru formarea unor unități derivate (deşi susținătorii mai riguroşi ai SI se opun acestei practici). Astfel, viteza vehiculelor este exprimată în mod obişnuit în kilometri pe oră (km/h), în loc de metri pe secundă (m/s), iar pentru energia electrică sunt aproape exclusiv folosite unitățile kilowatt oră (kW·h) şi megawatt oră (MW·h), în loc de joule (J).

Frecvența de rotație a unui corp în mişcare de rotație este definită ca numărul de rotații efectuate într-un interval de timp, împărțit la acel interval de timp. Unitatea SI pentru frecvența de rotație este unu pe secundă, sau secundă la minus unu (s^{-1}). Cu toate acestea, în tehnică sunt utilizate în mod curent denumirile "rotații pe secundă" (r/s) şi "rotații pe minut" (r/min), conform ISO 31-5; de remarcat că pentru "rotație" se recomandă simbolul r şi nu rot.

Alte observații referitoare la unitățile de timp, scările de timp şi scrierea datei şi a orei pot fi găsite în capitolul 10.

4.2 Volum

Unitatea SI de volum este metrul cub (m^3) şi este recomandată a fi folosită pentru exprimarea volumului oricărui corp sau oricărei substanțe (solid, lichid sau gaz). Litrul (L) este o denumire specială pentru decimetru cub (dm^3), utilizat numai pentru fluide; submultiplii litrului sunt uzuali (decilitru, centilitru, mililitru, etc.), dar multiplii zecimali ai litrului (de exemplu, kilolitru) nu sunt folosiți. De asemenea, CGPM recomandă ca litrul să nu fie utilizat pentru a exprima rezultatul unor măsurări de volum de înaltă exactitate.

4.3 Masă, greutate

La suprafața pământului, greutatea unui corp este definită ca forța gravitațională (locală) care acționează asupra sa. Unitatea SI pentru greutate este deci newtonul (N). De exemplu, greutatea unui corp a cărui masă este 10 kg, la suprafața pământului, este de aproximativ 98 N.

În limbajul de toate zilele, şi în special în comerț, cuvântul "greutate" este folosit deseori ca sinonim cu "masa". Astfel, se spune curent "greutatea unei persoane", "greutatea unui bagaj", "greutatea netă a unui produs", etc., iar unitatea în care sunt exprimate aceste mărimi este kilogramul. Este necesar, în aceste cazuri, să se recunoască faptul că este vorba de masă, nu de greutate. În lucrări ştiințifice sau tehnice, o asemenea utilizare a termenului "greutate" nu este admisă.

Cuvântul "greutate" mai are o accepţiune, aceea de "măsură de masă", adică obiect care are o masă cunoscută (de exemplu, o greutate de 1 kg folosită la o balanţă comercială, pentru cântărire). În acest sens, utilizarea termenului "greutate" este corectă.

De asemenea, termenii mai vechi "greutate atomică" şi "greutate moleculară" trebuie evitaţi, ei fiind înlocuiţi prin "masă atomică" şi respectiv "masă moleculară" (ISO 31-8). Acestea sunt mărimi fără dimensiune şi unitatea lor de măsură este "unu" (1).

Pentru măsurarea forţei, în trecut era folosită şi unitatea kilogram-forţă (kgf), care făcea parte din sistemul metru, kilogram-forţă, secundă. Azi kilogramul-forţă a ieşit din uz. Echivalenţa sa în unităţi SI este 1kgf = 9,806 65 N (exact).

4.4 Putere mecanică

Unitatea SI pentru putere (definită ca energie transferată în unitatea de timp), de orice natură – mecanică, electrică, termică – este wattul (echivalent cu joule pe secundă). Pentru caracterizarea în special a puterii motoarelor, în trecut era folosit aproape exclusiv calul-putere (CP), definit convenţional prin relaţia

$$1\ \text{CP} = 75\ \text{kgf}\cdot\text{m/s}$$

Valoarea sa în unităţi SI este 1 CP = 735,499 W ≈ 0,735 kW

În SUA şi în Marea Britanie există şi alte definiţii ale acestei unităţi ("horsepower"), care conduc la valori diferite în unităţi SI.

În prezent, calul-putere este practic abandonat de majoritatea producătorilor de motoare, dar marele public încă îl utilizează. Este recomandabilă înlocuirea calului-putere cu kilowattul, pe baza relaţiei simple de mai sus.

4.5 Presiune

Unitatea SI de presiune este pascalul (Pa), echivalent cu newtonul pe metru pătrat (N/m^2). Dintre numeroasele unităţi folosite în trecut pentru presiune, atmosfera (atmosfera normală, atmosfera tehnică) şi kilogramul-forţă pe centimetru pătrat au fost practic înlocuite prin bar, a cărui valoare este apropiată de acestea. De fapt, barul a fost introdus ca unitate admisă pe lângă SI tocmai pentru a menţine facilitatea de a exprima în tehnică valorile de presiune comparabile cu presiunea atmosferică (a cărei valoare medie este apropiată de 1 bar).

Dintre celelalte unităţi, este mai greu de renunţat la torr (sau milimetru coloană de mercur), unitate utilizată pentru exprimarea presiunii sangvine, a presiunii barometrice etc.

În tehnică se mai foloseşte metrul (sau milimetrul) de coloană de apă, uzual la măsurarea presiunii apei.

4.6 Putere şi energie electrică

În electrotehnică, pentru regimul de curent alternativ sunt definite, pe lângă puterea medie – numită "putere activă" – şi alte categorii de putere, cele mai

importante fiind cele numite "putere aparentă" şi "putere reactivă" (ISO 31-5). Pentru a putea fi deosebite mai uşor, au fost introduse unităţi de măsură speciale pentru acestea, şi anume: unitatea voltamper (V·A) pentru puterea aparentă, şi respectiv unitatea var (var) pentru puterea reactivă. Acestor unităţi li se pot ataşa în mod obişnuit prefixe pentru formarea multiplilor şi a submultiplilor zecimali.

În mod similar, pe lângă unitatea de energie electrică activă, de largă utilizare, kilowatt ora (kWh), se utilizează unitatea de energie aparentă kilovoltamper ora (kV·Ah) şi unitatea de energie reactivă kilovar ora (kvarh).

4.7 Temperatură

Gradul Celsius este o unitate derivată cu denumire specială, care exprimă de fapt temperatura termodinamică raportată la temperatura de referinţă T_0=273,15 K (temperatura de îngheţare a apei). Această diferenţă de temperatură este denumită temperatură Celsius, cu simbolul t, şi este definită faţă de temperatura termodinamică T prin ecuaţia

$$t = T - T_0.$$

O diferenţă de temperatură, ca şi un interval de temperatură, pot fi exprimate atât în kelvini, cât şi în grade Celsius, cele două valori fiind numeric egale. De exemplu, diferenţa dintre temperatura de fierbere a apei (în condiţii normale) şi temperatura de îngheţare a apei este $\Delta t = 100\ °C = \Delta T = 100\ K$.

4.8 Cantitate de căldură, energie termică

Unitatea SI pentru cantitate de căldură şi pentru energie termică este joule (J). Dar, unitatea tradiţională, caloria, este încă de largă circulaţie.

Se utilizează mai multe "calorii" , care au valori uşor diferite:

- caloria "la 15 °C": 1 cal_{15} = 4,1855 J (conform CIPM, 1950);
- caloria "IT" ("International Table"): 1 cal_{IT} = 4,1868 J (A 5-a Conferinţă Internaţională asupra Proprietăţilor Aburului, 1956);
- caloria "termodinamică": 1 cal_{th} = 4,184 J.

Pentru energia termică, în multe ţări, printre care şi România, unitatea larg utilizată este gigacaloria (Gcal). Valoarea ei exactă, conform ISO 31-4 (unde este luată ca bază caloria IT), este

$$1\ Gcal = 1{,}163\ kWh$$

Folosirea în continuare a caloriei este nerecomandată, ea fiind tot mai frecvent înlocuită cu unitatea SI, joule (inclusiv în industria alimentară, farmaceutică). De asemenea, energia termică poate fi măsurată comod în kilowatt oră, cu multiple avantaje (printre care şi facilitarea comparării cu energia electrică), menţinerea în acest scop a gigacaloriei fiind lipsită de temei.

4.9 Cantitate de substanţă

Domeniul aparţine în special chimiei şi prezintă numeroase particularităţi, care nu pot fi detaliate aici. Cele mai importante mărimi utilizate în acest domeniu, pe lângă cantitatea de substanţă (mărime fundamentală), sunt prezentate sintetic în tabelul de mai jos. Ele sunt de forma unor fracţii, care au la numărător şi respectiv la numitor câte una din mărimile cantitate de substanţă, volum, masă.

Tabelul 4.1. Mărimi formate din cantitate de substanţă, volum, masă şi unităţile lor

Mărime la numitor \ Mărime la numărător	Cantitate de substanţă *Simbol: n* *Unitate SI:* mol	Volum *Simbol: V* *Unitate SI:* m^3	Masă *Simbol: m* *Unitate SI:* kg
Cantitate de substanţă *Simbol: n* *Unitate SI:* mol	fracţie molară $x_B = \frac{n_B}{n}$ *Unitate SI:* mol/mol=1	volum molar $V_m = \frac{V}{n}$ *Unitate SI:* m^3/mol	masă molară $M = \frac{m}{n}$ *Unitate SI:* kg/mol
Volum *Simbol: V* *Unitate SI:* m^3	concentraţie în cantit. de subst. $c_B = \frac{n_B}{V}$ *Unitate SI:* mol/m^3	fracţie volumică $\varphi_B = \frac{x_B V^*_{m,B}}{\sum x_A V^*_{m,A}}$ *Unitate SI:* m^3/m^3=1	masă volumică $\rho = \frac{m}{V}$ *Unitate SI:* kg/m^3
Masă *Simbol: m* *Unitate SI:* kg	molalitate $b_B = \frac{n_B}{m_A}$ *Unitate SI:* mol/kg	volum masic $\upsilon = \frac{V}{m}$ *Unitate SI:* m^3/kg	fracţie masică $w_B = \frac{m_B}{m}$ *Unitate SI:* kg/kg=1

În tabel, x_A, x_B, x_C, . . . sunt fracţiile molare ale substanţelor A, B, C, . . . , $V^*_{m,A}$, $V^*_{m,B}$, $V^*_{m,C}$ sunt volumele molare ale aceloraşi substanţe la temperaturi şi presiuni egale, iar însumarea se face pentru toate substanţele A, B, C, . . . , astfel ca $\Sigma x = 1$.

Denumirile care figurează în tabel sunt preferate, faţă de altele utilizate în diferite lucrări. În particular, termenii "normalitate" (simbol N) şi "molaritate" (simbol M) sunt nerecomandaţi.

4.10 Mărimi cu dimensiunea unu

Unitatea coerentă a oricărei mărimi având dimensiunea unu este unitatea unu, simbol 1. Acest număr nu se scrie, în general, în mod explicit, atunci când se exprimă valoarea unei asemenea mărimi. De exemplu, permitivitatea relativă a unui anumit dielectric se exprimă ca $\varepsilon_r = 2{,}25 \times 1 = 2{,}25$.

Există însă şi unităţi cu dimensiunea unu cu denumiri şi simboluri speciale, care pot fi scrise sau nu; în general, ele sunt menţionate explicit atunci când se doreşte ca din valoarea specificată să se poată deduce natura mărimii respective. De exemplu, valoarea unui unghi plan dat se poate scrie $\alpha = 0{,}1$ rad, sau $\alpha = 0{,}1$, ambele exprimări fiind corecte.

Multiplii şi submultiplii zecimali ai unităţii unu se exprimă prin puteri ale numărului 10, şi nu cu ajutorul prefixelor. De exemplu, fracţia masică a unui constituent poate fi exprimată ca $w_B = 0{,}0036$ sau $w_B = 3{,}6 \times 10^{-3}$.

În general, simbolul % (procent) poate fi utilizat în locul numărului 10^{-2}, ca de exemplu în expresia factorului de cuplaj al unor înfăşurări k = 79 %, valoare echivalentă cu k = 0,79. În schimb, simbolul ‰ (promille) utilizat în unele ţări pentru numărul 10^{-3} trebuie evitat. De asemenea, nu trebuie utilizate simbolurile ppm (parte pe milion) pentru 10^{-6}, ppb (parte pe bilion) pentru 10^{-9} şi altele similare, motivul (citat de exemplu în documentul NIST-811) fiind "dependenţa de limbă" a acestor simboluri, spre deosebire de simbolurile SI, care sunt independente de limbă.

Pentru exprimarea mărimilor adimensionale de natura concentraţiei (fracţie volumică, fracţie masică, etc.) sunt recomandate în majoritatea lucrărilor normative expresiile de tipul $\varphi_B = 17$ mL/L; $w_B = 3{,}5$ g/kg; $x_B = 135$ μmol/mol.

Notă. Procentul este larg utilizat ca unitate de măsură a unor mărimi relative sau mărimi "analitice", cum sunt concentraţiile, umiditatea relativă, etc. El exprimă o parte dintr-un întreg, o fracţiune şi, ca atare, valoarea în procente este limitată, în mod evident, la intervalul (0...100) % (o valoare negativă, ca şi una peste 100 % nu au sens).

Pe de altă parte, procentul este utilizat frecvent pentru a exprima o variaţie, o abatere, un adaos sau un minus (creşterea unui venit sau a unei populaţii, diferenţa dintre două cantităţi sau două preţuri, abaterea unui parametru faţă de o valoare de referinţă, etc.). În aceste cazuri, procentul nu mai este propriu-zis o unitate de măsură, în sensul de mai sus: asemenea valori date în procente pot fi şi negative, şi peste 100 % (a se vedea şi capitolul 11).

4.11 Mărimi logaritmice

Logaritmul raportului dintre o mărime, L, şi o valoare de referinţă, L_0, a acelei mărimi este denumit "nivel".

Există două mărimi, de acest tip, larg folosite: nivelul unei mărimi de câmp, având simbolul L_F, şi nivelul unei mărimi de putere, cu simbolul L_P. Unităţile

utilizate pentru exprimarea ambelor mărimi, de asemenea larg folosite, sunt denumite neper, cu simbolul Np, şi respectiv bel, cu simbolul B, cărora li se pot ataşa prefixe SI pentru formarea multiplilor şi a submultiplilor, de exemplu, milineperul (1 mNp = 0,001 Np), sau decibelul (1dB = 0,1 B). Este evident că atât L_F cât şi L_P sunt mărimi cu dimensiunea unu; ca şi în cazul radianului şi al steradianului, s-a convenit ca acestor unităţi să li se dea denumiri speciale.

Nivelul unei mărimi de câmp este definit ca $L_F = \ln(F/F_0)$, unde F/F_0 este raportul a două amplitudini de aceeaşi natură, F_0 fiind amplitudinea de referinţă. Nivelul unei mărimi de putere este definit ca $L_P = (1/2)\ln(P/P_0)$, unde P/P_0 este raportul a două puteri, P_0 fiind puterea de referinţă. Diferenţa dintre două niveluri ale unei mărimi de câmp, având aceeaşi referinţă, este $\Delta L_F = L_{F1} - L_{F2} = \ln(F_1/F_2)$, fiind independentă de nivelul de referinţă. În mod similar, diferenţa de nivel de putere este şi ea independentă de nivelul comun de referinţă.

Cele două unităţi de măsură pentru nivel se definesc în modul următor.

Un neper (1 Np) este nivelul unei mărimi de câmp atunci când $F/F_0 = e$, adică dacă $\ln(F/F_0) = 1$. În mod corespunzător, 1 Np este nivelul unei mărimi de putere atunci când $P/P_0 = e^2$, adică dacă $(1/2)\ln(P/P_0) = 1$. Aceste definiţii înseamnă că valoarea numerică a lui L_F, când L_F este exprimat în unitatea neper, este $\{L_F\}\text{Np} = \ln(F/F_0)$, iar valoarea numerică a lui L_P, când L_P este exprimat în neperi, este $\{L_P\}\text{Np} = (1/2)\ln(P/P_0)$. Ca urmare,

$$L_F = \ln(F/F_0)\ \text{Np}\ ;$$

$$L_P = (1/2)\ln(P/P_0)\ \text{Np}\ .$$

Un bel (1 B) este nivelul unei mărimi de câmp dacă $F/F_0 = \sqrt{10}$, adică $2\lg(F/F_0) = 1$. În mod similar, 1 B este nivelul unei mărimi de putere atunci când $P/P_0 = 10$, ceea ce înseamnă $\lg(P/P_0) = 1$. Ca urmare a acestor definiţii, valoarea numerică a lui L_F când L_F este exprimat în unitatea bel este $\{L_F\}\text{B} = 2\lg(F/F_0)$, iar valoarea numerică a lui L_P când L_P este exprimat în unitatea bel este $\{L_P\}\text{B} = \lg(P/P_0)$, ceea ce se mai poate scrie

$$L_F = 2\lg(F/F_0)\ \text{B} = 20\lg(F/F_0)\ \text{dB}\ ;\quad L_P = \lg(P/P_0)\ \text{B} = 10\lg(P/P_0)\ \text{dB}$$

Valorile lui L_F şi L_P nu depind de unitatea în care sunt exprimate, deci cele două expresii ale lui L_F pot fi egalate între ele, $\ln(F/F_0)\ \text{Np} = 2\lg(F/F_0)\ \text{B}$, de unde

$$1\ \text{B} = (\ln 10)/2)\ \text{Np} \approx 1{,}151\ 293\ \text{Np};\quad 1\ \text{dB} \approx 0{,}115\ 129\ 3\ \text{Np}$$

Când sunt consemnate valori ale lui L_F şi ale lui L_P, trebuie dat totdeauna nivelul de referinţă.

5 Reguli de exprimare, de utilizare şi de scriere

5.1 Denumiri şi simboluri ale unităților

Denumiri. Unitățile de măsură au ca denumire termeni special adoptați sau derivând de la numele unor savanți. Denumirile unităților – fundamentale sau derivate – sunt, gramatical, substantive comune, cu excepția unității unu (1) a mărimilor derivate fără dimensiune, şi li se aplică regulile gramaticale ale limbii române, inclusiv cele privind articularea. Ele se scriu cu litere minuscule, cu excepția cazurilor în care constituie început de frază, precum şi cu excepția unității de temperatură Celsius, grad Celsius. De exemplu, unitatea SI de forță este denumită "newton" şi nu "Newton", unitatea SI de temperatură este "kelvin", nu "Kelvin".

În cazul unităților cu denumire simplă (nu alcătuită prin compunere), atât al celor fundamentale cât şi al celor derivate, pluralul denumirilor se formează conform regulilor gramaticale ale limbii române, cu câteva excepții (tesla, henry, gray), ale căror denumiri rămân neschimbate la plural. Exemple: metru - metri; metru cub - metri cubi; hertz - hertzi; kilogram - kilograme; joule - jouli; watt - wați; grad Celsius - grade Celsius; ohm - ohmi; volt - volți; coulomb - coulombi; farad - farazi; lux - lucşi; bequerel - bequereli; sievert - sieverți.

În cazul unităților derivate compuse, exprimate printr-un produs de două sau mai multe unități, pluralul denumirii se formează prin preluarea formei pluralului de către prima din unități. Exemple: newton metru - newtoni metru; pascal secundă - pascali secundă; ohm metru - ohmi metru; lux secundă - lucşi secundă. Ca excepție, se spune curent voltamperi (la singular voltamper), termenul fiind intrat în uz sub această formă.

În cazul unităților derivate compuse, exprimate printr-un cât de unități, pluralul denumirii se formează prin preluarea pluralului de către unitatea de la numărător, cu excepția unităților de forma "unu pe ..." a căror formă rămâne neschimbată la plural. Exemple: metru pe secundă - metri pe secundă; radian pe secundă la pătrat - radiani pe secundă la pătrat; volt pe metru - volți pe metru; watt pe metru kelvin - wați pe metru kelvin; joule pe kilogram kelvin - jouli pe kilogram kelvin; unu pe metru - unu pe metru.

Simboluri. La scrierea valorii unei mărimi, sub forma de valoare numerică şi unitate de măsură, de regulă nu se utilizează denumirea unității ci *simbolul* acestea. Simbolurile unităților fundamentale şi ale celor derivate cu denumiri speciale sunt constituite din una sau mai multe litere majuscule şi/sau minuscule ale alfabetului latin sau grec (litera Ω pentru simbolul unității "ohm"), de obicei inițiale sau două litere ale denumirii unităților. În cazul unităților derivate cu denumiri compuse, conform definiției fiecărei unități, literele sau grupurile de litere se combină ca produse sau câturi, respectiv sunt ridicate la puteri pozitive sau negative. Câteva exemple de denumiri şi simboluri [între paranteze] ale unor unități fundamentale şi

unităţi derivate cu denumiri speciale: metru [m] pentru lungime, kilogram [kg] pentru masă, secundă [s] pentru timp, amper [A] pentru curent electric, kelvin [K] pentru temperatură, radian [rad] pentru unghi plan, hertz [Hz] pentru frecvenţă, newton [N] pentru forţă, pascal [Pa] pentru presiune, joule [J] pentru lucru mecanic şi energie, volt [V] pentru tensiune electrică, tesla [T] pentru inducţie magnetică, weber [Wb] pentru flux magnetic, siemens [S] pentru conductanţă şi admitanţă, grad Celsius [^oC] pentru temperatură Celsius, lumen [lm] pentru flux luminos, becquerel [Bq] pentru activitatea unui radionuclid.

Un principiu important care a stat la baza adoptării simbolurilor pentru unităţile SI a fost acela ca ele să fie independente de limbă (spre deosebire de denumirile unităţilor, care pot diferi de la o limbă la alta).

Se observă că simbolurile unităţilor sunt scrise cu litere minuscule, în afara unităţilor cu denumiri care derivă de la nume proprii, când prima literă este majusculă. De asemenea, CGPM a recomandat utilizarea simbolului "L" pentru litru (în locul simbolului "l"), pentru evitarea confuziilor posibile.

Ortografia simbolurilor trebuie respectată în orice caz, întrucât altfel se pot produce confuzii (de exemplu, S este simbolul siemensului iar s este simbolul secundei; m, K, N, C,F sunt simbolurile unităţilor metru, kelvin, newton, coulomb şi respectiv farad, pe când M, k, n, c şi f sunt simboluri ale unor prefixe zecimale).

Printre unităţile SI, cea a cantităţii de substanţă, "mol", constituie un caz particular, având ca simbol tot mol, identic cu denumirea. Cazuri similare sunt întâlnite la mai multe unităţi în afara SI, ca de exemplu "bar" (unitate de presiune, cu simbolul tot bar), "erg" (unitate CGS de energie), "rem" (unitate de echivalent al dozei). Există şi două cazuri în care denumirea şi simbolul unor unităţi diferă doar prin ortografie: "gal" (unitate de acceleraţie) cu simbolul Gal, "torr" (unitate de presiune) cu simbolul Torr.

Spre deosebire de denumiri, simbolurile unităţilor de măsură rămân neschimbate la plural, de exemplu: 1 N $\rightarrow$ 4 N; 1 V/m $\rightarrow$ 100 V/m; 1 J/(kg.K) $\rightarrow$ 120 J/(kg.K). Trebuie scris de ex. 10 bar (şi nu "10 bari"), 200 erg (şi nu ergi) etc.

Greşeli curente. În legătură cu denumirile şi simbolurile unităţilor, se comit curent diverse greşeli, câteva dintre cele mai frecvente fiind următoarele.

- Nu este corect ca la denumirile şi simbolurile unităţilor să se adauge atribute sau semne şi să fie inversate, omise sau prescurtate denumiri sau simboluri pentru a se da informaţii referitoare la natura specială a mărimilor corespunzătoare sau la condiţiile de efectuare a măsurărilor. Se spune şi se scrie corect, spre exemplu, "metru" (cu simbolul m) şi nu "metru liniar" (cu simbolul ml); "metru pătrat" cu simbolul m^2, nu cu simbolul mp; "metru cub" cu simbolul m^3 şi nu cu simbolul mc şi nici cu denumirea "normal metru cub" (cu simbolul Nm^3 sau Nmc), pentru a se evidenţia faptul că măsurarea se face în condiţii de referinţă de temperatură şi presiune; de asemenea, este corect să se utilizeze denumirile şi, respectiv, simbolurile "volt" (V) şi nu "volt eficace" (V_{ef}), când se doreşte să se sublinieze faptul că este vorba de tensiunea electrică eficace, şi "watt", nu "watt

electric" (W_e), pentru a se sublinia că este vorba de o putere electrică. Unii mai scriu ata (atmosferă absolută) şi chiar bara (bar absolut), dar acest lucru trebuie evitat. În schimb se admite (dar nu se recomandă) să se scrie cal_{15} şi cal_{IT} pentru a sublinia diferenţa dintre ele; mai pot fi şi alte cazuri asemănătoare.

- În toate textele ştiinţifice sau tehnice se recomandă ca valorile mărimilor să fie consemnate prin asocierea valorii numerice, *în cifre* (nu în litere), cu *simbolul* (nu denumirea) unităţii. Ca urmare, se va scrie, de exemplu, "7 km" şi nu "7 kilometri" sau "şapte km" sau "şapte kilometri". Exprimarea de tipul "7 kilometri" este acceptabilă numai în texte literare sau adresate unor cititori nespecialişti. În cazul unităţilor derivate cu denumire compusă, există mai multe posibilităţi de exprimare greşită. Astfel, este corect să se scrie "75 km/h" (sau eventual "75 kilometri pe oră") şi nu " 75 km/oră", sau "75 kilometri pe h" sau "75 km pe oră".
- Atunci când o unitate de măsură nu este asociată cu o valoare numerică, trebuie utilizată totdeauna *denumirea* ei şi nu simbolul. Nu trebuie scris, de exemplu, "o distanţă exprimată în m", sau "o cantitate de câteva kg, ci "o distanţă exprimată în metri", sau respectiv "o cantitate de câteva kilograme".
- Trebuie subliniat faptul că un simbol al unităţii nu este o prescurtare a acesteia, ci o entitate a cărei scriere trebuie respectată. Astfel, simbolul secundei este s, şi nu sec, aşa cum apare frecvent în special în texte de provenienţă anglo-saxonă. De asemenea, trebuie evitată scrierea mtr în loc de m, amp în loc de A, Wt în loc de W, etc.

5.2 Multipli şi submultipli

Prefixe: denumiri, simboluri. Prefixele SI pentru formarea multiplilor şi a submultiplilor zecimali se scriu înaintea denumirilor unităţilor, fără spaţiu liber sau vreun semn oarecare (de exemplu, cratimă) între ele. La fel, simbolurile prefixelor SI se ataşează simbolurilor unităţilor, fără spaţiu sau vreun semn. Exemple: picometru (pm), terahertz (THz), gigaohm (GΩ), milikelvin (mK).

Denumirile prefixelor se scriu cu literă minusculă. Simbolurile prefixelor yotta (Y), zetta (Z), exa (E), peta (P), tera (T), giga (G) şi mega (M) se scriu cu majusculă, celelalte se scriu cu minusculă.

Multiplii şi submultiplii zecimali ai unităţilor SI, obţinuţi cu ajutorul prefixelor, constituie noi unităţi, cărora li se aplică reguli similare celor referitoare la unităţile SI. Totuşi, unui multiplu sau submultiplu SI nu i se poate ataşa încă un prefix (nu sunt admise prefixele multiple).

Prefixe aplicate unităţilor derivate cu denumiri compuse. Când unitatea derivată este exprimată printr-o putere a unei unităţi cu denumire simplă, prefixul acţionează asupra acestei din urmă unităţi. Exemple:

$$1\ cm^3 = (10^{-2}\ m)^3 = 10^{-6}\ m^3$$

$$1\ cm^{-1} = (10^{-2}\ m)^{-1} = 10^{2}\ m^{-1}$$

În cazul unităţilor derivate compuse care se exprimă printr-un produs sau printr-un cât de unităţi, denumirile şi simbolurile multiplilor şi submultiplilor zecimali se formează, de preferinţă, adăugând prefixul la prima din unităţile componente ale produsului sau la unitatea de la numărător. Aşa sunt, de exemplu, submultiplii zecimali milinewton metru (mN·m) şi micronewton metru (μN·m) ai unităţii SI pentru momentul forţei newton metru (N·m); multiplii zecimali megasiemens pe metru (MS/m) şi kilosiemens pe metru (kS/m) ai unităţii SI de conductivitate siemens pe metru (S/m).

Sunt situaţii în care multiplii zecimali ai unor unităţi derivate exprimate printr-un cât de unităţi se pot forma adăugând prefixul fie la unitatea de la numărător, fie la unitatea de la numitor, fie la ambele unităţi. Câteva exemple de asemenea multipli zecimali: megagram pe metru cub (Mg/m^3), kilogram pe decimetru cub (kg/dm^3) şi gram pe centimetru cub (g/cm^3), care sunt multipli zecimali echivalenţi ai unităţii SI de masă volumică (sau densitate) kilogram pe metru cub (kg/m^3).

O situaţie frecvent întâlnită este cea a unităţilor derivate în care intervine secunda, fie ca factor, fie la numitorul unui cât. Multiplii sau submultiplii acestora se pot forma şi introducând multipli nezecimali ai secundei, în special minutul sau ora. Exemple uzuale sunt unităţile "amper oră" (A·h) pentru cantitatea de electricitate, "kilowatt oră" (kW·h) pentru energie, "metru cub pe oră" (m^3/h) pentru debit volumic, "kilogram pe metru cub" (kg/m^3) pentru debit masic.

Alegerea prefixelor SI. Alegerea multiplului sau submultiplului zecimal adecvat pentru exprimarea valorii unei mărimi, şi astfel a prefixului SI, se face pe baza mai multor criterii. Printre acestea, sunt importante următoarele:

- nevoia de a evidenţia care din cifrele valorii numerice sunt semnificative;
- uşurinţa de a înţelege şi a aprecia valoarea numerică;
- practica proprie unor anumite domenii ale ştiinţei şi tehnicii.

O cifră a unei valori numerice este semnificativă dacă ea este necesară pentru exprimarea corectă a acelei valori. De exemplu, în expresia l = 2500 m nu este posibil de precizat dacă ultimele două zerouri sunt semnificative sau sunt scrise doar pentru a indica ordinul de mărime al valorii numerice a lui l. Dimpotrivă, expresia echivalentă l = 1,200 km (care foloseşte prefixul SI kilo), arată că cele două zeroruri sunt semnificative, deoarece, dacă nu ar fi fost aşa, valoarea lui l ar fi fost scrisă l = 1,2 km.

Deseori, pentru uşurinţa de a înţelege şi a aprecia valoarea numerică, se recomandă alegerea prefixelor astfel încât valoarea numerică rezultată a unei mărimi să fie cuprinsă între 0,1 şi 1000. Este, de exemplu, preferabil să se scrie 6,454 mm şi nu 0,006 454 m; 125 km şi nu 125 000 m; 73 ns şi nu $7{,}3 \times 10^{-8}$ s; 3,965 MΩ şi nu 3 965 000 Ω.

Ca excepţie de la regula de mai sus, este admisă indicarea cotelor pe un desen şi în tabele de valori, când este chiar recomandabil să se folosească acelaşi multiplu sau submultiplu zecimal pentru exprimarea valorilor numerice ale unei mărimi

date. Un exemplu întâlnit frecvent: milimetrul (mm) este utilizat pentru indicarea dimensiunilor liniare pe majoritatea desenelor tehnice, chiar şi în situaţiile în care valorile numerice sunt în afara intervalului 0,1...1000.

Un alt exemplu în care se face abatere de la regula de mai sus: este preferabil să se scrie "dimensiunile unui eşantion sunt 20 mm × 3 mm × 0,02 mm" şi nu "dimensiunile unui eşantion sunt 2 cm × 3 mm × 20 μm".

În final, o regulă privind utilizarea multiplilor şi submultiplilor în calcule: valorile numerice ale mărimilor fizice trebuie să fie exprimate numai în unităţi, nu şi în multipli şi submultipli ai acestora; în acest scop prefixele SI se înlocuiesc prin factori numerici corespunzători. Este corect, de exemplu, să se scrie: $U = RI = (3 \times 10^3\ \Omega) \times (0{,}8 \times 10^{-3}\ \text{A}) = 2{,}4\ \text{V}$ şi nu $U = 3\ \text{k}\Omega \times 0{,}8\ \text{mA} = 2{,}4\ \text{k}\Omega$ (deşi rezultatul final obţinut în acest caz este acelaşi).

Greşeli curente. Trebuie evitate în special următoarele construcţii şi exprimări, în legătură cu prefixele SI şi cu simbolurilre acestora.

- Nu este admisibilă scrierea (ortografierea) incorectă a denumirilor şi a simbolurilor prefixelor. De exemplu, pentru 10^{12} prefixul este "tera" (şi nu "terra"), simbolul prefixului "kilo" este k (şi nu K).
- Valoarea unei mărimi trebuie exprimată folosind o singură unitate de măsură. Astfel, este incorect să se scrie l = 12 m 55 cm 7 mm; corect este l = 12,557 m. Fac excepţie de la această regulă cazurile în care se utilizează submultipli nezecimali, cum se întâmplă la unităţile de unghi plan şi la cele de timp; astfel, în cartografie, în astronomie, etc. valoarea unui unghi se scrie sub forma 27°13'28", iar pentru datele calendaristice şi pentru oră se utilizează mai multe formate similare.
- Nu este corect să se folosească, singur, un prefix SI – simbol sau denumire – fără să fie ataşat unei unităţi SI, ca de exemplu k/m^3.
- Este incorect să se juxtapună două sau mai multe prefixe SI, respectiv două sau mai multe denumiri sau simboluri ale prefixelor SI, pentru formarea de multipli sau submultipli zecimali ai unităţilor SI. Se spune şi se scrie, de exemplu, corect, nanometru (nm) şi nu milimicrometru (mμm). De asemenea, este corect să se spună şi să se scrie gigawatt (GW) şi nu kilomegawatt (kMW).
- Un caz special este acela al kilogramului, unitate SI fundamentală, care din motive istorice conţine în denumirea sa un prefix SI: denumirile şi simbolurile multiplilor şi submultiplilor zecimali ai unităţilor de masă se formează, corect, adăugând prefixe SI la denumirea "gram", respectiv la simbolul "g". Spre exemplu, se spune şi se scrie corect gigagram (Gg) şi nu megakilogram (Mkg). De asemenea, este corect să se spună şi să se scrie miligram (mg) şi nu microkilogram (μkg).

5.3 Scriere, tipărire

Reguli de scriere a unităţilor şi a simbolurilor. Aşa cum s-a mai amintit, în expresia mărimii sub formă de valoare numerică şi unitate de măsură se utilizează în mod obişnuit simbolul unităţii, şi nu denumirea ei.

Simbolul unităţii se scrie după valoarea numerică a mărimii exprimate prin numere întregi sau zecimale, lăsându-se un spaţiu între valoarea numerică şi prima literă a simbolului, ca între două cuvinte succesive. Se scrie, spre exemplu, corect: 23 Pa şi nu 23Pa, 22 ^{o}C şi nu 23^{o}C sau 22 ^{o} C. Se scrie, de asemenea, corect 35,8 m şi nu 35 m, 8, sau 35^{m},8, sau m35, 8.

La indicarea unui interval de valori, sau a unui domeniu, simbolul unităţii trebuie scris astfel încât să nu se poată produce confuzii. În particular, trebuie evitată utilizarea semnului – (cratimă) la exprimarea unui interval de valori, pentru a nu fi interpretat ca semn "minus". Indicarea unui interval de valori se poate face după modelul 3,5 Pa ... 7,9 Pa sau (3,5 ... 7,9) Pa; se poate de asemenea folosi o exprimare în cuvinte, de genul "de la 3,5 Pa la 7,9 Pa" sau "între 3,5 Pa şi 7,9 Pa". Nici utilizarea semnului ÷ în loc de – nu este recomandabilă.

În aceeaşi ordine de idei, modurile greşite de scriere de mai jos trebuie înlocuite cu altele, corecte, după cum urmează:

corect:	greşit:
33 cm × 21 cm × 70 cm	33 × 21 × 70 cm
22 V; 45 V; 78 V; 96 V	22; 45; 78; 96 V
73,5 kg ± 0,1 kg sau (73,5 ± 0,1) kg	73,5 ± 0,1 kg

Denumirile unităţilor derivate compuse care sunt exprimate printr-un produs de două sau mai multe unităţi se scriu corect fără cratimă între denumirile unităţilor, iar simbolurile acestor unităţi se scriu cu punct între ele, ca semn de multiplicare. Exemple de acest fel: newton metru (N.m), pascal secundă (Pa.s), ohm metru (Ω.m), lumen oră (lm.h). Este însă admisă, deşi nerecomandată, scrierea simbolului fără punct de multiplicare, dacă nu se pot naşte confuzii: Nm, VA, kgm^{2}, etc. Există totuşi situaţii când scrierea punctului este obligatorie; astfel, m·s^{-1} este simbolul metrului pe secundă, pe când ms^{-1} este simbolul pentru unu pe milisecundă.

Denumirile unităţilor derivate compuse care sunt exprimate print-un cât de unităţi se scriu, la rândul lor, corect, cu prepoziţia "pe" între denumirile unităţilor de la numărător şi denumirile unităţilor de la numitor, iar simbolurile unor astfel de unităţi se scriu corect utilizând bara oblică sau orizontală între simbolul unităţii (sau simbolurile unităţilor) de la numărător şi simbolul unităţii (sau simbolurile unităţilor) de la numitor, sau sub forma unui produs de simboluri la puteri pozitive şi negative. Câteva exemple de asemenea unităţi: metru pe secundă (m/s, sau $\frac{\text{m}}{\text{s}}$

sau $m \cdot s^{-1}$), kilogram pe metru cub (kg/m^3 sau $\frac{kg}{m^3}$ sau $kg \cdot m^{-3}$), metru kelvin pe watt ($m \cdot K/W$ sau $\frac{m.K}{W}$ sau $m \cdot K \cdot W^{-1}$).

În cazul utilizării formei de scriere cu bară oblică este, însă, necesar ca simbolurile unităților de la numitor să se scrie între paranteze, atunci când acestea sunt constituite dintr-un produs de două sau mai multe unități; se scrie, spre exemplu, J/(kg·K) şi nu J/kg·K pentru unitatea joule pe kilogram kelvin; totodată, în asemenea situații, este necesar ca pe un rând (respectiv pe aceeaşi linie) să existe o singură bară oblică, ca în cazul unității metru pe secundă la pătrat, al cărei simbol se scrie corect m/s^2, nu m/s/s, şi în cazul unității metru kilogram pe secundă la cub amper, al cărei simbol se scrie corect $m.kg/(s^3 \cdot A)$ şi nu $m \cdot kg/s^3/A$. Respectarea acestei reguli face posibilă evitarea oricărei ambiguități.

Reguli de tipărire. O primă categorie de reguli se referă la tipul de caractere de tipar – roman (sau drept); italic (sau cursiv); bold (sau aldin); italic-bold (sau cursiv-aldin), etc. – utilizat pentru scrierea simbolurilor. Aceste reguli sunt bine cunoscute de redactori şi de tipografi, dar azi – când mulți autori îşi scriu singuri pe calculator textele ştiințifice sau tehnice – este bine ca şi neprofesioniştii tiparului să le cunoască.

Astfel, simbolurile se tipăresc după cum urmează:
- simbolurile pentru *unități* şi *prefixe*: roman (drept);
- simbolurile pentru *mărimi scalare* şi pentru *variabile*: italic (cursiv);
- simbolurile pentru *mărimi vectoriale*: italic-bold (cursiv-aldin)
- simbolurile pentru *mărimi tensoriale*: la fel, dar cu un caracter fără serif.

Exemple:

unități: m; A; mV; GHz; N·m; J/kg;
mărimi (scalare): l; p; I; U; α; Λ;
mărimi vectoriale: $\boldsymbol{f}$; $\boldsymbol{E}$; $\boldsymbol{H}$;
mărimi tensoriale: $\boldsymbol{T}$.

Evident, în textele ştiințifice şi în cele tehnice apar şi simboluri ale unor termeni de altă natură ("termeni descriptivi"), de exemplu un număr, un nume de persoană, denumirea unui obiect, a unei substanțe, a unei particule, etc. În toate aceste cazuri, tipărirea simbolului se face, de regulă, cu litere romane (drepte), sau eventual cu un caracter de literă special (de exemplu, caligrafic).

Indicii, inferiori sau superiori, se tipăresc cu litere romane (drepte) dacă sunt numere sau dacă reprezintă simboluri ale unor termeni descriptivi (în sensul de mai sus), şi se tipăresc cu litere italice (cursive) dacă reprezintă o mărime (fizică), o variabilă ca de exemplu x în E_x sau desemnează un număr aşa ca i în $\Sigma_i x_i$.

Notă. Aceste reguli înseamnă, de exemplu, că μ, simbolul prefixului SI micro, Ω, simbolul unității ohm, şi F, simbolul unității farad, se tipăresc cu litere romane

(drepte); în schimb, μ, Ω şi F, simbolurile recomandate pentru mărimile moment magnetic al unei particule, unghi solid şi respectiv forţă, se tipăresc cu litere italice (cursive).

Simbolurile, în general, şi simbolurile unităţilor, în particular, nu trebuie să fie urmate de nici un semn final de punctuaţie, cu excepţia cazului când acesta face parte din punctuaţia textului.

Notă. Pentru simbolurile mărimilor fizice există recomandări internaţionale ale ISO (seria ISO 31-1:1992 ... ISO 31-13:1992) şi naţionale (seria SR ISO 31-1:1995 ... SR ISO 31-13:1995, echivalente cu standardele ISO corespunzătoare).

Cifrele din valorile numerice se tipăresc totdeauna cu caractere romane (drepte).

Pentru simbolizarea operaţiilor matematice asupra mărimilor se aplică următoarele reguli:

adunare:	$a + b$
scădere:	$a - b$
înmulţire:	ab; $a\,b$; $a \cdot b$; $a \times b$
împărţire:	$\frac{a}{b}$; a/b; $a \cdot b^{-1}$

Notă. Semnul înmulţirii este un punct la semiînălţimea literelor (·) sau o cruce oblică (×); este tolerată utilizarea în acest scop a punctului obişnuit (.) sau a literei x numai în cazul sistemelor de reprezentare/imprimare cu set limitat de caractere. Semnul înmulţirii poate fi omis numai dacă prin aceasta nu se produc confuzii. Semnul împărţirii este o bară dreaptă (bară de fracţie) sau o bară oblică (/); nu este admisă utilizarea în acest scop a două puncte (:).

Este importantă şi respectarea formelor standardizate pentru semnele şi simbolurile matematice. Ele pot fi găsite, de asemenea, în standarde internaţionale (ISO 31-11:1992) şi naţionale (SR ISO 31-11:1995). Iată câteva exemple:

$\wedge$	semnul conjuncţiei, $p \wedge q$ înseamnă p şi q
$\neq$	($a \neq b$, a nu este egal cu b)
$\stackrel{\text{def}}{=}$	($a \stackrel{\text{def}}{=} b$, a este prin definiţie egal cu b)
$\approx$	($a \approx b$, a este aproximativ egal cu b)
$\sim$	($a \sim b$, a este proporţional cu b)
$\log_a x$	(logaritm în baza a al lui x)
lb x	(lb $x = \lg_2 x$)
ln x	(ln $x = \log_e x$)
lg x	(lg $x = \log_{10} x$)

5.4 Reguli de exprimare şi de scriere a numerelor

Virgula zecimală. Pentru separarea părţii întregi de partea fracţionară a unui număr se foloseşte virgula. Folosirea în acest scop a punctului (ca în scrierile americane) este admisă numai la afişarea rezultatelor numerice (afişoare luminoase, monitoare de calculator, imprimante, etc.); în aceste cazuri, punctul trebuie aşezat pe rând cu cifrele.

Dacă valoarea absolută a unui număr este mai mică decât unu, semnul zecimal trebuie precedat de un zero.

Separarea grupelor de cifre. Numerele care conţin multe cifre pot fi separate în grupe de câte trei cifre, la stânga şi la dreapta virgulei zecimale, pentru a putea fi citite mai uşor. Separarea se face prin câte un spaţiu, în nici un caz prin virgulă sau prin punct (în S.U.A. separarea grupelor de cifre se face deseori cu virgule, ceea ce îi poate deruta pe europeni). Exemple:

98 066; 0,002 51; 2 865 036,413 23

Separarea în grupe de câte trei cifre nu se face, de obicei, atunci când numărul are numai patru cifre de oricare parte a semnului zecimal. Se poate scrie, deci, 4887 şi nu 4 887, sau 0,7538 şi nu 0,753 8. De asemenea, în diferite aplicaţii gruparea cifrelor nu se aplică, de exemplu pe desenele tehnice, la calculatoarele numerice, în notarea codurilor poştale, la scrierea anilor.

Operaţii aritmetice. Semnul înmulţirii numerelor este crucea oblică (×) sau punctul la semiînălţimea cifrei (·). Exemple:

$3{,}5 \times 4{,}27$ sau $3{,}5 \cdot 4{,}27$; 5×10^4 sau $5 \cdot 10^4$.

Pentru împărţire, în calcule numerice, se poate folosi unul din următoarele simboluri: linie de fracţie, bară oblică (/) sau putere negativă. Exemplu:

$$\frac{17}{9{,}81} \text{ sau } 17/9{,}81 \text{ sau } 17 \times 9{,}81^{-1}$$

Denumirile numerelor mari. Pentru denumirile numerelor mari există două variante utilizate azi în lume: regula "n – 1" şi regula "N".

În conformitate cu prima regulă, numărul reprezentat sub forma 10^{3n}, unde $n \geq 2$, se numeşte (n – 1)-ilion. De exemplu, numărul $10^{12} = 10^{3n}$ cu $n = 4$ trebuie denumit trilion (n – 1 = 3), iar numărul 10^{21} cu n = 7 trebuie denumit sextilion (n = 6).

În conformitate cu a doua regulă, numărul reprezentat sub forma 10^{6N}, unde N ≥ 2, se numeşte N-ilion. De exemplu, numărul 10^{30} cu N = 5 trebuie denumit cvintilion. Ca excepţie, numărul 10^9 se numeşte miliard.

Cea de a IX-a Conferinţă Generală de Măsuri şi Greutăţi din 1948 a recomandat pentru ţările europene utilizarea regulii "N". In S.U.A. şi în alte ţări neeuropene este în uz regula "n – 1".

Iată denumirile unor numere mari, conform celor două reguli.

Numărul	Denumirea numărului	
	după regula "n – 1"	după regula "N"
10^6	milion	milion
10^9	bilion	miliard
10^{12}	trilion	bilion
10^{15}	cvadrilion	o mie de bilioane
10^{18}	cvintilion	trilion
10^{21}	sextilion	o mie de trilioane
10^{24}	septilion	cvadrilion
10^{27}	octilion	o mie de cvadrilioane
10^{30}	nonilion	cvintilion

Atenţie, deci, la semnificaţia denumirii numerelor mari. De exemplu, 1,5 bilioane înseamnă cu totul altceva în Europa decât în America! Practic, dacă ne limităm la numere până la 10^{12}, ceea ce este important de reţinut este că

- 1 bilion (în America) = 1 miliard (în Europa)
- 1 trilion (în America) = 1 bilion (în Europa) sau, preferabil, 1000 miliarde (pentru evitarea confuziilor)

5.5 Rotunjirea numerelor

Reguli de rotunjire a numerelor. În calculele numerice, inclusiv în cele necesare conversiunii valorilor dintr-o unitate în alta, apar de multe ori rezultate numerice cu mai multe cifre decât o justifică incertitudinea cu care acestea sunt cunoscute. De exemplu, dacă o rezistenţă electrică R este măsurată prin metoda ampermetru-voltmetru şi cele două aparate indică I = 3,3 A şi respectiv U = 5,5 V, din calcul rezultă $R = U / I$ = 5,5 / 3,3 = 1,6666666 Ω. Evident că numărul de cifre al acestui rezultat este inutil de mare, faţă de cifrele valorilor măsurate direct; corect este ca rezultatul să fie exprimat ca R = 1,67 Ω sau R = 1,7 Ω. Operaţia de eliminare a cifrelor de prisos, păstrându-se numai cele justificate, se numeşte *rotunjirea* rezultatelor (sau a numerelor, în general).

Trebuie subliniat că rotunjirea valorilor numerice este necesară nu numai fiindcă cifrele eliminate sunt inutile, ci mai ales fiindcă ele pot deruta pe cel care

utilizează valoarea respectivă; ele transmit o informație falsă, care nu este fondată pe o realitate.

În acest spirit, este normal ca o valoare numerică să fie exprimată în aşa fel încât fiecare din cifrele ei să fie *semnificativă*, ceea ce înseamnă ca şi ultima cifră scrisă să conțină o informație. Ca urmare, rotunjirea valorilor numerice poate fi definită ca *operație de eliminare a cifrelor nesemnificative* din numărul respectiv. Ca un corolar, atunci când o valoare a unei mărimi (consemnată de exemplu într-un document, raportată, transmisă, etc.) nu este însoțită de o incertitudine asociată, deci nu se ştie nimic despre gradul de exactitate cu care este cunoscută, cel căruia i se comunică această valoare va presupune că incertitudinea este de ordinul de mărime al ultimei cifre a valorii numerice. Iată, încă o dată, de ce este important ca valoarea numerică să fie debarasată de cifrele nesemnificative.

Înainte de rotunjirea propriu-zisă, trebuie stabilit aşa-numitul *interval de rotunjire* (sau *finețe de rotunjire*). Prin aceasta, se fixează *rangul* cifrelor de eliminat, respectiv al celor care se rețin. Numărul rotunjit va fi un multiplu întreg al intervalului de rotunjire. Astfel, dacă intervalul de rotunjire este 0,1 atunci numerele rotunjite pot fi, de exemplu, de forma 14,0; 14,1; 14,2; 14,3, etc., iar dacă intervalul de rotunjire este 10 ele pot fi de forma 1400; 1410; 1420; 1430, etc.

Prin rotunjire, se alege acel multiplu al intervalului de rotunjire care este cel mai apropiat de numărul nerotunjit. Aceasta înseamnă că dacă prima cifră de eliminat este între 0 şi 4, rotunjirea se face "în jos", adică ultima cifră reținută nu se modifică; dacă prima cifră de eliminat este între 6 şi 9, sau dacă este 5 urmată de cel puțin o cifră diferită de zero, rotunjirea se face "în sus", adică ultima cifră reținută se măreşte cu o unitate. Exemple:

a) interval de rotunjire: 0,1

număr nerotunjit:	număr rotunjit:
14,324	14,3
14,351	14,4
14,388	14,4

b) interval de rotunjire: 10

număr nerotunjit:	număr rotunjit:
1432,4	1430
1435,1	1440
1438,8	1440

Dacă numărul de rotunjit este egal apropiat de doi multipli întregi ai intervalului de rotunjire, ceea ce se întâmplă atunci când prima cifră eliminată este egală cu 5 şi nu este urmată de alte cifre (sau este urmată de zerouri), nu există propriu-zis nici un criteriu care să justifice preferința pentru rotunjire "în jos" sau

"în sus", astfel că orice regulă înseamnă o simplă convenţie. În acest caz se recomandă una din următoarele două reguli diferite.

A: Este ales ca număr rotunjit multiplul întreg par. Exemple:

a) interval de rotunjire: 0,1

număr nerotunjit:	număr rotunjit:
14,45	14,4
14,55	14,6

b) interval de rotunjire: 10

număr nerotunjit:	număr rotunjit:
1445	1440
1455	1460

Regula A este tradiţională şi are ca unic avantaj faptul că într-un şir de valori numerice în care apar mai multe asemenea cazuri, erorile de rotunjire tind să se compenseze între ele.

B: Este ales ca număr rotunjit multiplul întreg cel mai mare (rotunjirea se face "în sus"). Exemple:

a) interval de rotunjire: 0,1

număr nerotunjit:	număr rotunjit:
14,45	14,5
14,55	14,6

b) interval de rotunjire: 10

număr nerotunjit:	număr rotunjit:
1445	1450
1455	1460

Regula B este de dată mai recentă, dar tinde să devină generală, mai ales în cazul calculatoarelor.

Notă. La rotunjirile prin care se elimină mai multe cifre, este necesar ca rotunjirea să se facă o singură dată, nu în mai multe etape. De exemplu, rotunjirea

$$0{,}7457 \approx 0{,}746 \approx 0{,}75 \approx 0{,}8$$

făcută în mai multe etape este greşită (deşi, în aparenţă, respectă regulile de mai sus), pe când rotunjirea aceluiaşi număr

$$0{,}7457 \approx 0{,}7$$

într-o singură etapă este corectă. De asemenea, în cursul unui calcul în mai multe etape, trebuie rotunjit numai rezultatul final, nu şi rezultatele intermediare (acestea pot fi eventual rotunjite cu o rezervă de două sau trei cifre).

Stabilirea intervalului (fineţei) de rotunjire. Pentru stabilirea intervalului de rotunjire, în cazul când trebuie rotunjită o valoare numerică a unei mărimi, este recomandabil următorul procedeu.

Se porneşte de la incertitudinea cu care este creditată valoarea în cauză (sau incertitudinea de măsurare, în cazul valorilor măsurate), exprimată în aceeaşi unitate de măsură ca şi valoarea respectivă. Prima operaţie este rotunjirea valorii numerice a incertitudinii. Dacă prima cifră a acesteia este cuprinsă între 3 şi 9, se elimină restul cifrelor, intervalul de rotunjire fiind dat de rangul acesteia; dacă prima cifră este 1 sau 2, se reţine şi cifra următoare, intervalul de rotunjire fiind dat de rangul celei de a doua cifre reţinute. Exemplu:

Valoare numerică de rotunjit:	6,329 617	6,329 617
Incertitudinea asociată:	0,003 94	0,001 855
Intervalul de rotunjire:	0,001	0,000 1
Valoarea numerică rotunjită:	6,330	6,329 6
Incertitudinea rotunjită:	0,004	0,001 9
Rezultatul după rotunjire:	$6{,}330 \pm 0{,}004$	$6{,}3296 \pm 0{,}0019$

Principiul conform căruia *rangul ultimei cifre a valorii numerice trebuie să fie acelaşi cu rangul ultimei cifre a incertitudinii* este fundamental în exprimarea corectă a valorilor mărimilor fizice. De exemplu, dacă o presiune este cunoscută cu incertitudinea de ±0,6 MPa, o valoare (măsurată sau cunoscută în alt mod) a acestei presiuni se va exprima corect sub forma $(36{,}8 \pm 0{,}6)$ MPa, şi nu $(36 \pm 0{,}6)$ MPa sau $(36{,}82 \pm 0{,}6)$ MPa. Prima formă, $(36 \pm 0{,}6)$ MPa, este incompletă; faţă de incertitudinea de ±0,6 MPa, în expresia valorii numerice lipseşte o cifră semnificativă (dacă valoarea ar fi fost chiar 36 MPa, atunci el ar fi trebuit scris $(36{,}0 \pm 0{,}6)$ MPa). În schimb, forma $(36{,}82 \pm 0{,}6)$ MPa este incorectă, ultima cifră a valorii numerice (2) fiind nesemnificativă atât timp cât incertitudinea este cu un ordin de mărime mai mare.

Pe de altă parte, aşa cum s-a văzut din exemplul de mai sus, în valoarea numerică a incertitudinii nu are sens să fie păstrate mai mult de una sau două cifre, deoarece incertitudinea este ea însăşi doar estimată, cu un grad destul de mare de aproximare.

Trebuie atrasă atenţia asupra faptului că la rotunjire nu este suficient să se ia în considerare numărul total de cifre al valorii numerice date. În mod curent se vorbeşte de exemplu despre "valori cu trei cifre exacte" sau "rotunjire la trei cifre" etc., ceea ce este cu totul incorect. Astfel, eroarea de rotunjire a numărului cu trei cifre 10,1 este de $0{,}05/10{,}1 = 0{,}5$ % (determinată considerând că numărul 10,1 poate rezulta din rotunjirea oricărui număr cuprins între 10,05 şi 10,15), pe când eroarea de rotunjire a numărului tot de trei cifre 998 este de $0{,}5/998 = 0{,}05$ % ! Încă două exemple: în rezultatul împărţirii $93 / 75 = 1{,}24$ trebuie evident reţinute cele trei cifre, deşi numerele iniţiale au numai câte două cifre; în schimb, la înmulţirea $88{,}5 \times 94{,}8 = 838{,}98$ ultimele două cifre sunt nesemnificative, rezultatul rotunjit corect fiind 839.

În general, pentru determinarea corectă a intervalului (fineţei) de rotunjire, în cazuri mai complicate, de exemplu atunci când numărul de rotunjit rezultă în urma

unor calcule, procedeul corect este cel bazat pe regulile propagării incertitudinii (propagarea erorilor), a căror prezentare depăşeşte însă cadrul lucrării de faţă.

Rotunjirea valorilor numerice convertite dintr-o unitate în alta. În cele mai multe cazuri, produsul dintre o valoare numerică şi factorul de conversiune este un număr care conţine şi cifre nesemnificative. El va trebui rotunjit conform regulilor expuse mai sus, ţinând seama de eroarea de rotunjire maximă posibilă a valorii neconvertite. Un exemplu va fi lămuritor în acest sens.

Fie de exprimat în unităţi SI o lungime *l* dată în unitatea anglo-saxonă "picior" (foot), de 36 ft. Aplicând factorul de conversiune din tabele, rezultă

$$l = 36 \text{ ft} \times 0{,}3048 \text{ m/ft} = 10{,}9728 \text{ m}$$

Pentru rotunjirea corectă, se aplică următorul raţionament. Valoarea numerică 36 este afectată de o eroare de rotunjire maximă de ± 0,5 / 36 = ± 1,4 %. Pentru a fi în concordanţă cu aceasta, valoarea numerică convertită trebuie rotunjită la 11,0, deoarece aceasta are o eroare maximă de rotunjire de ± 0,05 / = ± 0,45 %. Deşi această eroare de rotunjire este de aprox. trei ori mai mică decât cea a valorii neconvertite, rotunjirea la 11 ar fi fost incorectă, în acest fel pierzându-se o informaţie conţinută în valoarea iniţială 36 (într-adevăr, eroarea de rotunjire în acest fel ar fi fost de ±4,5 %, adică de trei ori mai mare decât cea a numărului iniţial). Acest exemplu arată că atunci când se decide numărul de cifre care trebuie reţinute la rotunjirea unei valori rezultate prin conversiune, se pune problema de a alege între a pierde informaţie printr-o rotunjire prea drastică (eliminarea prea multor cifre) sau a furniza o informaţie incertă printr-o rotunjire mai moderată (eliminarea a mai puţine cifre). Deseori, este recomandabil ca la luarea deciziei de a rotunji "în plus" sau "în minus" să se ţină seama de destinaţia finală a rezultatului conversiunii (precizia necesară în aplicaţia dată).

6 Conversiunea rapidă în unități SI

În tabelul 6.1 sunt dați factorii de conversiune pentru trecerea de la diverse unități de măsură la unitățile SI corespunzătoare (sau la multipli / submultipli ai lor). Pentru uşurința şi rapiditatea operației, unitățile de convertit sunt enumerate în ordine alfabetică (urmate de simbolurile unităților, între paranteze), independent de domeniul fizicii de care aparțin. Au fost incluse în tabel numai unitățile de utilizare relativ frecventă, ceea ce face mai comodă regăsirea lor.

Tabelul a fost alcătuit într-un format cât mai simplu şi direct, pentru a înlătura orice confuzie. Astfel, pentru a converti o valoare dintr-o unitate oarecare (prima coloană a tabelului) în unitatea SI corespunzătoare (a doua coloană), se înmulțeşte valoarea numerică cu factorul de conversiune (dat în a treia coloană).

Factorii de conversiune de valoare exactă sunt tipăriți cu caracter bold (gras). Ceilalți au fost rotunjiți la un număr de cifre semnificative, în concordanță cu informațiile disponibile şi cu practica curentă. Exemple:

Pentru a converti din	**în**	**a se înmulți cu**
calorie (cal)	joule (J)	**4,1868**
centimetru de mercur (cmHg)	pascal (Pa)	1333,22

Acestea înseamnă:

1 cal = 4,1868 J (exact)

1 cmHg = 1333,22 Pa (cu incertitudinea definirii unităților respective)

Pentru a exprima, de exemplu, cantitatea de căldură Q = 245,7 cal în jouli, calculul se face astfel:

$$Q = 245{,}7 \text{ cal} \times 4{,}1868 \text{ J/cal} = 1028{,}6967 \text{ J}$$

sau

$$Q = 1028{,}7 \text{ J}$$

după rotunjirea valorii numerice (conform regulilor prezentate anterior). De asemenea, exprimarea presiunii p = 16,7 cmHg în pascali se face astfel:

$$p = 16{,}7 \text{ cmHg} \times 1333{,}2 \text{ Pa/cmHg} = 22264{,}44 \text{ Pa}$$

sau, rotunjit:

$$p = 22{,}3 \text{ kPa}$$

Tabelul 6.1. Factori de conversiune pentru unităţi folosite frecvent

Pentru a converti din ⬇	**în** ⬇	**a se înmulţi cu** ⬇
acre	metru pătrat (m^2)	4046,873
amper oră (A·h)	coulomb (C)	3600
an lumină	metru	$9,460\ 73 \times 10^{15}$
ångström (Å)	nanometru (nm)	**0,1**
ar (a)	metru pătrat (m^2)	**100**
atmosferă, standard (atm)	kilopascal (kPa)	**101,325**
atmosferă, tehnică (at)	kilopascal (kPa)	**98,066 5**
bar (bar)	kilopascal (kPa)	**100**
barrel, baril (bbl)	litru (L)	158,987 3
biot (Bi)	amper (A)	**10**
British thermal $unit_{IT}$ (Btu_{IT})	joule (J)	1 055,056
British thermal $unit_{IT}$ per hour (Btu_{IT}/h)	watt (W)	0, 293 071 1
bushel (bu)	litru (L)	35,239 07
cal putere (CP)	watt (W)	735,4988
calorie (cal)	joule (J)	**4,1868**
calorie pe gram (cal/g)	joule pe kilogram (J/kg)	**4,1868**
carat, metric	gram (g)	**0,2**
centimetru coloană de apă (cmH_2O)	pascal (Pa)	**98,0665**
centimetru coloană de mercur (cmHg)	kilopascal (kPa)	1,333 224
centipoise (cP)	pascal secundă (Pa·s)	**0,001**
centistokes (cSt)	metru pătrat pe secundă (m^2/s)	$\mathbf{1 \times 10^{-6}}$
cubic foot per minute (ft^3/min)	litru pe secundă (L/s)	0,471 947
cubic foot, picior cub (ft^3)	metru cub (m^3)	0,028 316 85
cup, cană	litru (L)	0,236 588
curie (Ci)	becquerel (Bq)	$3,7 \times 10^{10}$
dină (dyn)	newton (N)	$\mathbf{1 \times 10^{-5}}$

Pentru a converti din ⬇	**în** ⬇	**a se înmulți cu** ⬇
electronvolt (eV)	joule (J)	$1{,}602\ 177 \times 10^{-19}$
erg (erg)	joule (J)	$\mathbf{1 \times 10^{-7}}$
erg pe secundă (erg/s)	watt (W)	$\mathbf{1 \times 10^{-7}}$
fathom	metru (m)	1,828 804
fermi	femtometru (fm)	**1**
fluid ounce (fl oz)	mililitru (mL)	29,573 53
fluid ounce (Imperial) (fl oz)	mililitru (mL)	28,413 06
foot of mercury (ftHg)	kilopascal (kPa)	40,636 66
foot of water (ftH_2O)	kilopascal (kPa)	2,989 067
foot per hour (ft/h)	metru pe secundă (m/s)	$8{,}466\ 667 \times 10^{-5}$
foot, picior (ft)	metru (m)	**0,3048**
franklin (Fr)	coulomb (C)	$3{,}335\ 641 \times 10^{-10}$
gal (Gal)	metru pe secundă la pătrat (m/s^2)	**0,01**
gallon (Imperial) (gal)	litru (L)	**4,546 09**
gallon (U.S.) (gal)	litru (L)	3,785 412
gamma (γ)	tesla (T)	$\mathbf{1 \times 10^{-9}}$
gauss (Gs, G)	tesla (T)	$\mathbf{1 \times 10^{-4}}$
gigacalorie (Gcal)	megajoule (MJ)	**4186,8**
gilbert (Gi)	amper (A)	0,795 774 7
gill (U.S.)	litru (L)	0,118 294 1
gon, grad (gon)	grad (unghi) (°)	**0,9**
grad (unghi) (°)	radian (rad)	0,017 453 29
grad Celsius (interval de temperatură) (°C)	kelvin (K)	**1**
grad Celsius (temperatură) (°C)	kelvin (K)	T/K = t/°C + **273,15**
grad Fahrenheit (interval de temperatură) (°F)	grad Celsius (°C)	0,555 555 6
grad Fahrenheit (temperatură) (°F)	grad Celsius (°C)	t/°C = (t/°F - **32**)/ **1,8**
grad Rankine (°R)	kelvin (K)	T/K = (T/°R)/ **1,8**

Pentru a converti din ⬇	în ⬇	a se înmulţi cu ⬇
grain (gr)	miligram (mg)	64,798 91
gram pe centimetru cub (g/cm^3)	kilogram pe metru cub (kg/m^3)	**1000**
hectar (ha)	metru pătrat (m^2)	**10^4**
horsepower (U.K.)	watt (W)	745,70
inch (in), ţol	centimetru (cm)	**2,54**
inch of mercury (inHg)	kilopascal (kPa)	3,386 389
inch of water (inH_2O)	pascal (Pa)	249,0889
kayser (K)	unu pe metru (1/m)	**100**
$kilocalorie_{IT}$ (kcal)	joule (J)	**4186,8**
kilogram-forţă (kgf)	newton (N)	**9,806 65**
kilogram-forţă metru(kgf·m)	newton metru (N·m)	**9,806 65**
kilogram-forţă pe centimetru pătrat (kgf/cm^2)	kilopascal (kPa)	**98,0665**
kilometru pe oră (km/h)	metru pe secundă (m/s)	0,277 777 8
kilopond (kilogram-forţă)(kp)	newton (N)	**9,806 65**
kilowatt oră (kW·h)	megajoule (MJ)	**3,6**
lambert	candelă pe metru pătrat (cd/m^2)	3183,099
litru (L)	decimetru cub (dm^3)	**1**
maxwell (Mx)	weber (Wb)	**1×10^{-8}**
megawatt oră (MW·h)	megajoule (MJ)	**3600**
mho (mho)	siemens (S)	**1**
microinch	micrometru (μm)	**0,0254**
micron (μ)	micrometru (μm)	**1**
mil (0,001 in)	milimetru (mm)	**0,0254**
mil (unghi)	grad (°)	**0,056 25**
milă (mi)	kilometru (km)	**1,609 344**
milă pe oră (mi/h)	kilometru pe oră (km/h)	**1,609 344**
milă, marină	kilometru (km)	**1,852**
milibar (mbar)	pascal (Pa)	**100**

Pentru a converti din ⬇	în ⬇	a se înmulți cu ⬇
milimetru coloană de apă (mmH_2O)	pascal (Pa)	**9,806 65**
milimetru coloană de mercur (mmHg)	pascal (Pa)	133, 3224
nod	kilometru pe oră (km/h)	**1,852 00**
oersted (Oe)	amper pe metru (A/m)	79,577 47
ohm circular-mil per foot	ohm milimetru pătrat pe metru ($\Omega \cdot mm^2/m$)	0,001 662 426
ounce (troy, apothecary) (oz)	gram	31,103 48
ounce, fluid (Imperial) (fl oz)	mililitru (mL)	28,413 06
ounce, fluid (U.S.) (fl oz)	mililitru (mL)	29,573 53
ounce, uncie (oz)	gram (g)	28,349 52
parsec (pc)	metru (m)	$3{,}085\,678 \times 10^{16}$
pennyweight (dwt)	gram (g)	1,555 174
phot (ph)	lux (lx)	$\mathbf{1 \times 10^4}$
pica (calculatoare) (1/6 in)	milimetru (mm)	4,233 333
pica (tipar)	milimetru (mm)	4,217 518
pint (U.S. dry) (dry pt)	litru (L)	0,550 610 5
pint (U.S. liquid) (liq pt)	litru (L)	0,473 176 5
point, punct (calculatoare) (1/72 in)	milimetru (mm)	0,352 777 8
point, punct (tipar)	milimetru (mm)	0,351 459 8
poise (P)	pascal secundă (Pa·s)	**0,1**
pound (lb)	kilogram (kg)	0,453 592 4
pound (troy, apothecary) (lb)	kilogram (kg)	0,373 241 7
poundal	newton (N)	0,138 255 0
pound-force (lbf)	newton (N)	4,448 222
psi (pound-force per square inch) (lbf/in^2)	kilopascal (kPa)	6,894 757
quart (U.S. dry) (dry qt)	litru (L)	1,101 221
quart (U.S. liquid) (liq qt)	litru (L)	0,946 352 9
rad (doză absorbită) (rad)	gray (Gy)	**0,01**

Pentru a converti din ⬇	în ⬇	a se înmulţi cu ⬇
rem (rem)	sievert (Sv)	**0,01**
rod (U.S.) (rd)	metru (m)	5,029 210
roentgen (R)	coulomb pe kilogram (C/kg)	**$2{,}58 \times 10^{-4}$**
rotaţie pe minut (r/min)	radian pe secundă (rad/s)	0,104 719 8
secundă (unghi) (")	radian (rad)	$4{,}848\ 137 \times 10^{-6}$
square foot (ft^2)	metru pătrat (m^2)	**0,092 903 04**
square inch (in^2)	centimetru pătrat (cm^2)	**6,4516**
square mile (mi^2)	kilometru pătrat (km^2)	2, 589 988
square yard (yd^2)	metru pătrat (m^2)	0,836 127 4
ster (st)	metru cub (m^3)	**1**
stilb (Sb)	candelă pe metru pătrat (cd/m^2)	**10^4**
stokes (St)	metru pătrat pe secundă (m^2/s)	**10^{-4}**
tablespoon	mililitru (mL)	14,786 76
teaspoon	mililitru (mL)	4,928 922
tex	kilogram pe metru (kg/m)	**10^{-6}**
therm (C.E.)	Joule (J)	**$1{,}055\ 06 \times 10^8$**
therm (U.S.)	Joule (J)	**$1{,}054\ 804 \times 10^8$**
ton, assay	gram (g)	29,166 67
ton, long (2240 lb)	kilogram (kg)	1016, 047
tonă (t)	kilogram	**1000**
ton-force (2000 lbf)	kilonewton (kN)	8,896 443
torr (Torr)	pascal (Pa)	133,3224
unitate astronomică (AU)	metru (m)	$1{,}495\ 979 \times 10^{11}$
watt oră (W·h)	Joule (J)	**3600**
yard (yd)	metru (m)	**0,9144**

Diverse unități şi scări de măsurare

7 Sistemul anglo-saxon de unităţi

7.1 Generalităţi

Sistemul anglo-saxon de unităţi (sistemul bazat pe foot, pound şi secundă) a fost preluat din Anglia de majoritatea ţărilor anglofone. În SUA a suferit anumite modificări, astfel că în prezent unele unităţi care fac parte din sistem au valori diferite în Marea Britanie şi alte ţări anglofone pe de o parte, şi în SUA împreună cu alte ţări americane pe de altă parte. În Marea Britanie el se mai numeşte şi "Sistem Imperial de Unităţi".

Datorită răspândirii mari a acestui sistem de unităţi în lume, este util ca cititorii să găsească aici un minim de informaţii despre principiile şi alcătuirea acestuia. Înainte de aceasta, mai trebuie menţionat că practic în toate ţările, şi acolo unde sistemul anglo-saxon nu este adoptat legal, se folosesc curent unele din unităţile acestuia, situaţie care în momentul actual pare imposibil de înlăturat. De exemplu, şi în România diametrele ţevilor şi ale fitingurilor sunt în mare parte date în inch (ţoli), altitudinea avioanelor în picioare (foot), ca şi numeroase alte valori de dimensiuni sau cantităţi, în diferite domenii tehnice, în comerţ, în transporturi, în marină şi în aviaţie, etc. Sistemele informatice şi tehnica de calcul modernă, provenite preponderent din SUA, contribuie de asemenea la menţinerea acestei stări de fapt.

Sistemul anglo-saxon de unităţi este cunoscut şi ca sistem "foot-pound-secundă" sau FPS, întrucât unităţile sale fundamentale sunt piciorul („foot") ca unitate de lungime, livra („pound") ca unitate de masă şi secunda, ca unitate de timp. Originile sale se pierd în vremurile imperiului roman şi probabil chiar anterioare acestuia. Piciorul a constituit unitatea de măsură tradiţională în aproape toate culturile vechi, valoarea sa variind între 29,6 cm şi 33,5 cm; abia în secolul al 19-lea a fost standardizată valoarea actuală de aprox. 30,5 cm. Livra provine de la romani (*libra pondo*), denumirea ei actuală în limbile franceză, italiană, spaniolă etc. fiind preluată de la cuvântul latin *libra*, pe când în limbile engleză, olandeză, daneză, germană, etc. originea ei este cuvântul *pondo* (greutate).

Sistemul este în esenţa sa *nezecimal*, marea majoritate a multiplilor unităţilor obţinându-se prin multiplicări cu factori ca 2; 3; 4; 8; 12; 16 etc.; multiplii unităţilor nu sunt formaţi prin aplicarea de prefixe, ci au fiecare denumiri distincte. Aceasta îngreunează utilizarea practică a sistemului, fapt recunoscut şi de cei care prin tradiţie caută să-l menţină şi să evite, sau cel puţin să amâne înlocuirea sa completă cu unităţi SI. Exprimarea valorii unei mărimi în unităţi anglo-saxone este greoaie, situaţie care obligă de obicei folosirea valorilor numerice ca fracţii zecimale; astfel, o distanţă va fi exprimată preponderent, de exemplu, sub forma 3,78 mile sau o masă ca 8,75 oz, ceea ce apelează, de fapt, la submultipli zecimali!

Partizanii sistemului anglo-saxon nu au alte argumente decât tradiţia şi obişnuinţa, sau dorinţa de a respecta valori istorice importante pentru ei. Pe de altă

parte, în ştiinţă, în tehnologie, în învăţământ şi în multe alte domenii (chiar şi în sport) sistemul SI tinde să devină universal folosit, chiar şi în statele care nu l-au adoptat încă oficial. Menţinerea în paralel a unităţilor anglo-saxone cu unităţile SI are multiple dezavantaje şi creează dificultăţi în multe domenii de activitate; este suficient de amintit, ca exemplu, distrugerea navei cosmice "Mars Orbiter" în ziua de 23 septembrie 1999 (v. şi capitolul 40), din cauza unei comenzi greşite date de pe pământ, unde două echipe de ingineri implicate în zbor au utilizat sisteme de măsură diferite, rezultatul fiind apropierea prea mare a navei de suprafaţa planetei Marte (paguba produsă a fost de sute de milioane de dolari).

7.2 Cele mai importante unităţi ale sistemului anglo-saxon

Unităţi de lungime

Pentru *lungime*, unităţile utilizate cel mai frecvent au următoarele denumiri (simbolurile sunt date între paranteze): yard (yd), foot (ft) şi inch (in) pentru lungimi mici şi medii, mile (nu are simbol) pentru lungimi mari. Relaţiile dintre ele sunt:

1 yd = 3 ft = 36 in

1 mile = 1760 yd

Se mai utilizează unităţile intermediare furlong, chain, rod şi fathom (fără simboluri), definite ca

1 furlong = 10 chain = 40 rod = 110 fathom = 220 yd

Nu există unităţi anglo-saxone definite ca submultipli pentru inch. În tehnică este uzuală însă unitatea mil, egală cu 1/1000 dintr-un inch.

Valoarea în metri pentru yard a fost declarată în Nota 24 FR 5348 din 1 iulie 1959 (U.S. Federal Register), valoare valabilă şi în Marea Britanie, ca fiind exact

1 yd = 0,9144 m

de unde rezultă valorile celorlalte unităţi de lungime, cele mai uzuale fiind:

1 mile = 1,609 34 km

1 ft = 0,3048 m

1 in = 2,54 cm

Pentru calcule cu aproximaţie, se poate reţine că:

1 mile ≅ 1,6 km; 1 yd ≅ 0,91 m; 1 ft ≅ 0,30 m; 1 in ≅ 2,5 cm; 1 mil ≅ 25 μm

Unităţi de masă

Pentru *masă,* sunt în uz două sisteme de unităţi anglosaxone: sistemul Avoirdupois şi sistemul Troy. Cele două sisteme se suprapun la nivelul unităţii celei mai mici, care se numeşte grain. În sistemul Avoirdupois relaţia dintre cele mai răspândite unităţi, pound (lb), ounce (oz) şi grain (gr) – primele două cunoscute şi sub denumirile de livră şi respectiv uncie – este

1 lb = 16 oz = 7000 gr

În sistemul Troy relaţia dintre cele trei unităţi corespunzătoare, troy pound (lb tr), troy ounce (oz tr) şi grain (gr) este

1 lb tr = 12 oz tr = 5760 gr

Ca submultiplu, pe lângă ounce (oz) şi grain (gr), definiţi mai sus, se mai foloseşte uneori unitatea dram (dr), definită prin relaţia

1 oz = 16 dr

Sistemul Troy este folosit numai pentru metalele preţioase şi unele produse farmaceutice, în toate celelalte domenii fiind utilizat sistemul Avoirdupois.

Unităţile de masă folosite azi curent ca multipli ai unităţii pound (lb) sunt: stone, quarter, hundredweight (cwt) şi ton (atenţie! unitatea anglo-saxonă "ton" nu are nimic comun cu unitatea metrică "tonă"):

1 quarter = 2 stone

1 stone = 14 lb

(unitatea stone este folosită relativ rar; o utilizare este la exprimarea masei corpului uman).

Ceilalţi doi multipli sunt diferiţi în Marea Britanie şi în SUA. În *Marea Britanie*

1 cwt = 4 quarter = 8 stone = 112 lb

1 ton = 20 cwt = 2240 stone

În *SUA*:

1 cwt = 100 lb

1 ton = 20 cwt = 2000 lb

Din cauza acestor discrepanţe, unitatea ton din Marea Britanie se mai numeşte *long ton*, iar unitatea ton din SUA se mai numeşte *short ton*.

În afară de aceste unităţi, există şi altele, de utilizare mai restrânsă sau specială.

Legătura dintre unităţile anglo-saxone de masă şi unitatea SI corespunzătoare a fost stabilită în actul amintit mai sus, prin relaţia

1 lb = 0,453 592 37 kg

Rezultă de aici:

1 (long) ton = 1016,047 kg (în Marea Britanie)
1 (short) ton = 907,185 kg (în SUA)
1 cwt = 50,802 337 kg (în Marea Britanie)
1 cwt = 45,359 237 kg (în SUA)
1 stone = 6,350 29 kg
1 oz = 28,3495 g
1 dr = 1,771 85 g
1 gr = 64,7989 mg

Pentru nevoi curente, este de ajuns să se reţină următoarele echivalenţe aproximative:

1 long ton ≅ 1016 kg; 1 short ton ≅ 907 kg; 1 lb ≅ 453 g; 1 oz ≅ 28,3 g

Unități de arie

Alte unități anglo-saxone de largă răspândire aparţin domeniilor arie şi volum. Multe din acestea sunt formate din unitățile de lungime, ridicate la puterea a doua, respectiv a treia (square inch, cubic foot, etc.). Mai frecvent se folosesc însă unități cu denumiri speciale, tradiționale.

Pentru *arie*, pe lângă unitățile square mile, square yard (yd^2), square foot (ft^2) şi square inch (in^2), se foloseşte unitatea acre, definită prin relația

640 acres = 1 square mile

Valoarea sa este

1 acre = 0,404 687 ha

Se mai utilizează de asemenea (în special în Statele Unite) unitățile cu denumiri speciale section şi township, definite ca

1 section = 1 square mile

1 township = 36 sections

De reținut, deci, relația aproximativă:

1 acre ≅ 0,405 ha

Unități de volum (şi capacitate)

Pentru *volum*, pe lângă unitățile cubic yard (yd^3), cubic foot (ft^3) şi cubic inch (in^3), se folosesc unitățile barrel (bbl), bushel (bu), peck (pk), gallon (gal), quart (qt), pint (pt), gill (gi), fluid ounce (fl oz). Valorile acestor unități sunt diferite în Marea Britanie şi în SUA; în plus, în SUA diferă după cum sunt folosite pentru măsurarea volumului fluidelor sau acela al materiilor uscate („dry measure").

În *Marea Britanie*, există următoarele relații între principalele unități:

20 fluid ounce (fl oz) = 4 gill (gi) = 1 pint (pt)

8 pint (pt) = 4 quart (qt) = 1 gallon (gal)

Valorile acestora în unități SI sunt bazate pe relația exactă (convențională)

1 gallon = 4,546 09 L

adică:

1 fluid ounce = 28,413 mL

1 gill = 142,0653 mL

1 pint = 0,568 262 L

1 quart = 1,136 523 L

În *SUA*, pentru fluide sunt valabile relațiile

1 gallon = 4 quarts = 8 pints = 32 gills = 128 fluid ounces

iar 1 gallon (gal) este definit ca

1 gallon = 231 in^3

şi echivalează cu (exact)

1 gallon = 3,785 411 784 L

ceea ce înseamnă:

1 quart = 0,946 353 L
1 pint = 0,473 176 L
1 gill = 118,294 mL
1 fluid ounce = 29,5735 mL

Pentru substanţe uscate, sunt folosite (în SUA) unităţile bushel, peck, dry quart, dry pint, între care există relaţiile

1 bushel = 4 pecks = 32 dry quarts = 64 dry pints

Unitatea bushel (bu) este definită ca

1 bushel = 2150,42 in^3

şi are valoarea

1 bushel = 35,239 07 L

Rezultă:

1 peck = 8,809 77 L
1 dry quart = 1, 101 221 L
1 dry pint = 0,550 611 L

În lume se mai utilizează o mulţime de unităţi, în special pentru volume mari, specializate pentru diferite fluide sau substanţe granulare. Dintre acestea, cel mai des întâlnite sunt unităţile barrel (baril) şi hogshead.

Unitatea barrel (bbl) este cunoscută în special ca unitate de măsură pentru produse petroliere. Iniţial utilizată în SUA, în prezent este adoptată de toţi marii producători şi comercializatori de ţiţei şi substanţe derivate. Prin convenţie internaţională, definiţia sa este

1 barrel (bo) = 42 gallon (U.S.) = 158,987 L

unde simbolul bo provine de la "barrel of oil".

Unitatea barrel se mai foloseşte pentru lichide ca vinul şi berea: în Marea Britanie are, în acest caz, valoarea de 36 gallon (britanici) sau 163,66 L, iar în SUA are valoarea de 31,5 gallon (SUA) sau 119,24 L. Se foloseşte de asemenea ca unitate pentru substanţe uscate ca făina; în acest caz, în SUA valoarea sa este

1 dry barrel = 105 dry quart = 115,63 L

Unitatea hogshead (hhd) este o unitate tradiţională pentru volum de lichid. În trecut avea valori diferite în funcţie de natura lichidului (vin, diferite tipuri de bere, etc.). În prezent, valoarea sa este: în Marea Britanie 52,5 gallon sau 238,67 L, iar în SUA 63 gallon sau 238,48 L.

Pentru conversiuni cu aproximaţie ale celor mai uzuale unităţi de volum, pot fi utilizate următoarele formule:

Marea Britanie:

1 gallon ≅ 4,55 L; 1 quart ≅ 1,137 L; 1 pint ≅ 0,57 L; 1 fl oz ≅ 28,4 mL.

SUA:

1 gallon ≅ 3,79 L; 1 quart ≅ 0,95 L; 1 pint ≅ 0,47 L; 1 fl oz ≅ 28,4 mL

1 barrel (baril) ≅ 159 L

7.3 Alte unități folosite împreună cu sistemul anglo-saxon

Unități mecanice

Prin combinarea unităților anglo-saxone de bază se pot obține diferite unități ale mărimilor mecanice, dintre care unele sunt în uz: pound force (pentru forță), foot pound force (pentru lucru mecanic şi pentru moment), foot pound force second (pentru energie), pound force / square foot (pentru presiune) şi altele similare.

Ca unitate de forță se mai utilizează unitatea numită poundal, definită ca forța care accelerează o masă de 1 pound cu accelerația de 1 foot pe secundă la pătrat. 1 poundal este egal aproximativ cu 1/32,174 pound force. Se utilizează de asemenea unități compuse derivate din poundal, după modelul celor derivate din pound force.

Unități termice

În America unitatea de temperatură utilizată curent este gradul Fahrenheit, definit de fizicianul german Daniel G. Fahrenheit (1686-1736), care a fixat 0° la temperatura cea mai joasă a unei zile de iarnă, iar 100° la temperatura corpului uman (aici a greşit puțin, temperatura normală a omului fiind între 98°F şi 99°F). Ulterior, scara Fahrenheit a fost definită prin temperatura de topire a gheții, de 32 °F, şi temperatura de fierbere a apei, de 212 °C. Astfel, gradul Fahrenheit este dat de relația 1 °F = 5/9 °C. Pentru a converti o temperatură din grade Fahrenheit în grade Celsius, se scade mai întâi 32 °F şi se înmulțeşte apoi cu 5/9.

Se utilizează de asemenea diferite unități ale mărimilor termice, cu denumiri derivate din gradul Fahrenheit. Dintre acestea, sunt răspândite unitățile de energie termică şi de putere termică, denumite British thermal unit (Btu) şi respectiv British thermal unit per hour (Btu/h). Unitatea British thermal unit este cantitatea de căldură necesară creşterii cu 1 grad Fahrenheit a cantității de 1 pound de apă. La definirea exactă a acestei unități, este necesară – ca şi la definirea caloriei (a se vedea pct. 4.8) – specificarea temperaturii apei; datorită acestui fapt, există mai multe valori uşor diferite între ele ale unității Btu (practic diferențele dintre ele sunt lipsite de importanță).

Unitatea Btu/h este foarte răspândită la caracterizarea puterii termice a agregatelor de încălzire şi de răcire (aparate de condiționare a aerului, climatizoare, etc.). Relația de echivalență aproximativă cu unitatea SI corespun-zătoare este

$$1 \text{ Btu/h} = 0{,}293 \text{ W} \qquad \text{sau} \qquad 1 \text{ Btu/h} \approx 0{,}3 \text{ W}$$

(astfel, de exemplu, dacă pentru un climatizor este specificată puterea de 12 000 Btu/h, aceasta înseamnă o putere de răcire de aprox. 3,5 kW).

Pe lângă Btu se utilizează şi unitatea therm, egală cu 100 000 Btu.

8 Vechi unităţi de măsură româneşti

Pe teritoriul ţării noastre au fost utilizate numeroase unităţi de măsură, astăzi dispărute. Unele din ele prezintă atât interes istoric, cât şi cu prilejul transcrierii unor documente vechi de proprietate sau de altă natură, la conversia în unităţi actuale, etc.

Cele mai importante unităţi in vigoare în special în secolul al 19-lea au fost cele de lungime, de arie (suprafaţă), de volum (capacitate) şi de masă. Ele au avut valori diferite în provincii sau zone geografice distincte, şi au variat de asemenea în timp. Principalii autori consultaţi pentru această secţiune – care au stabilit ultimele valori ale unităţilor vechi şi au militat de asemenea în favoarea introducerii Sistemului Metric – sunt Petrache Poenaru (1799-1875) şi Ion D. Ghica (1816-1897), în special ultimul, un enciclopedist al timpului, fizician, geolog, astronom etc. şi, nu în ultimul rând, bun cunoscător al unităţilor de măsură.

8.1 Unităţi de lungime

În Ţara Românească, în 1844 era deja aprobată "împărţirea zecimală" pentru stânjen, ceea ce constituia un prim pas în vederea introducerii Sistemului Metric. Era folosit pe scară largă stânjenul lui Şerban Vodă (stânjen ş.v.), introdus în 1684, dar era întâlnit şi stânjenul lui Constantin Vodă (stânjen c.v.). Etaloanele celor două unităţi, stânjen ş.v. şi stânjen c.v., erau păstrate în arhivele "Departamentului Dreptăţii."

Multiplii şi submultiplii stânjenului ş.v., conform Ion D. Ghica, erau:

1 stânjen ş.v. = 1,962 00 m;
1 palmă = 1/10 stânjen = 0,196 20 m;
1 deget = 1/10 palmă = 0,019 62 m;
1 linie = 1/10 deget = 0,001 96 m;
1 prăjină = 3 stânjeni = 5,886 00 m;
1 cot = 266,156 linii = 0,522 20 m;
1 milă = 4000 stânjeni = 7848 m;
1 poştă = 2 mile = 15 696 m,

iar pentru stânjenul c.v.:

1 stânjen c.v. = 2,020 00 m;
1 palmă = 1/10 stânjen c.v. = 0,202 00 m;
1 deget = 1/10 palmă = 0,020 20 m;
1 linie = 1/10 deget = 0,002 02 m;
1 prăjină = 3 stânjeni c.v. = 6,06 m.

În Moldova erau folosite unități de măsură similare, dar neîncadrate într-un sistem zecimal. Echivalențele erau următoarele:

1 stânjen = 2,212 72 m;
1 palmă = 1/8 stânjen = 0,276 59 m;
1 palmac = 1/8 palmă = 0,034 57 m;
1 linie = 1/12 palmac = 0,002 88 m;
1 prăjină, = 3 stânjeni = 6,638 15 m.

Pentru Transilvania, unele surse neverificate indică:

1 stânjen = 6 picioare = 1,89 m.

8.2 Unități de arie (suprafață)

Din aceeaşi sursă, rezultă că principala unitate de arie (referința) în Muntenia era pogonul, definit ca "suprafața unui dreptunghi având o latură de 24 prăjini şi cealaltă de 6 prăjini, deci suprafața de 144 prăjini pătrate sau 1296 stânjeni pătrați".

Echivalențele metrice sunt următoarele:

1 pogon = 4988,879 42 m^2 = 0,498 89 ha;
1 stânjen pătrat = 3,849 44 m^2;
1 palmă pătrată = 3,849 44 dm^2;
1 deget pătrat = 3,849 44 cm^2;
1 linie pătrată = 3,849 44 mm^2.

În Moldova unitatea de referință era falcea, definită ca "suprafața unui dreptunghi cu o latură de 80 prăjini şi cealaltă de 4 prăjini, adică 320 prăjini pătrate sau 2880 stânjeni pătrați". Echivalențele şi submultiplii sunt:

1 falce = 14 100,802 84 m^2 = 1,410 08 ha;
1 stânjen pătrat = 4,896 11 m^2;
1 palmă pătrată = 7,650 17 dm^2;
1 palmac pătrat = 11,953 39 mm^2
1 linie pătrată = 8,300 97 mm^2.

Pentru Transilvania (tot din surse neverificate):

1 stânjen pătrat = 3,59 m^2;
1 jugăr cadastral = 1600 stânjeni pătrați = 5754,64 m^2.

8.3 Unități de volum (capacitate)

Pentru solide (materiale uscate), în Țara Românească se foloseau:

1 stânjen cub = 7,552 61 m^3;
1 palmă cubică = 14,7511 dm^3;
1 deget cub = 14,7511 cm^3;
1 linie cubică = 14,7511 mm^3;
1 baniţă mare = 63,865 69 dm^3;
1 oca = 1,095 69 dm^3.

iar în Moldova:

1 stânjen cub = 10,833 70 m^3;
1 palmă cubică = 21,159 572 dm^3;
1 palmac cubic = 41,327 cm^3;
1 linie cubică = 24,000 mm^3;
1 chilă = 438 dm^3;
1 dimirlie = 13,14 dm^3.

Unele din aceste unităţi serveau la aprecierea cantităţilor de cereale şi, în acest caz, aveau echivalenţi şi în unităţi de masă (baniţă, chilă, dimirlie).

Pentru lichide, în ambele principate se foloseau unităţi ai căror echivalenţi în litri (L) sau decimetri cubi (dm^3) erau:

1 dram = 0,00273 L;
1 litră = 100 dramuri = 0,273 L;
1 oca = 4 litre = 400 dramuri = 1,095 L;
1 vadră = 10 oca = 10,95 L.

8.4 Unităţi de masă

Pentru masă (greutate) în ambele principate se foloseau aproape aceleaşi unităţi de măsură, cu diferenţe mici între ele. Tot Ion D. Ghica dă (în 1844) următoarele valori:

1 merţă = 10 baniţe = 511,26 kg;
1 cântar = 45 oca = 57,517 kg;
1 baniţă = 40 oca = 51,126 kg;
1 oca = 4 litre = 400 dramuri = 1,278 15 kg;
1 litră = 100 dramuri = 319,53 g;
1 dram = 3,1953 g.

După alte surse, 1 oca = 1,272 kg în Muntenia şi 1 oca = 1,291 kg în Moldova, cu valori corespunzătoare pentru submultiplii litră şi dram, respectiv pentru multiplii baniţă şi merţă.

Trebuie remarcat că unele din aceste unități – baniță, oca, litră, dram – serveau în acelaşi timp ca unități de volum (capacitate) şi ca unități de masă, evident cu valori echivalente diferite în unități SI.

*

În legătură cu măsurile vechi româneşti, este interesant de observat că ele prezintă o analogie cu multe din sistemele de măsuri ale altor popoare. De exemplu, unitățile de referință în acel timp pentru lungime erau, în câteva țări, următoarele:

în Austria:	1 clafter = 1,8966 m;
în Franța:	1 toise = 1,949 04 m;
în Țara Românească:	1 stânjen ş.v. = 1,962 m;
în Italia:	1 tesa = 1,9919 m;
în Rusia:	1 sajen = 2,154 m.

9 Unităţi utilizate în informatică

Principalele mărimi folosite în informatică sunt cantitatea de informaţie şi debitul de informaţie.

Cantitatea de informaţie se măsoară în "bit", care codifică o unitate de informaţie digitală, putând lua valorile 0 sau 1, şi are simbolul bit sau b. Un grup de biţi capabil să codifice un caracter (număr, literă) se măsoară în "byte" (pronunţat *bait*) sau "octet"; în majoritatea sistemelor informatice acesta este format din 8 biţi, şi are simbolul B sau o.

Debitul de informaţie se măsoară în "bit pe secundă", respectiv "byte pe secundă" (sau octet pe secundă), cu simbolurile bit/s (sau b/s) şi B/s (sau o/s).

Pentru ilustrarea unor cantităţi de informaţie uzuale (ordine de mărime):

- 1 B: o literă
- 10 B: unul sau două cuvinte
- 100 B: una sau două propoziţii
- 1 kB: o povestire scurtă
- 10 kB: o pagină de enciclopedie
- 100 kB: o fotografie de rezoluţie medie
- 1 MB: un roman
- 10 MB: lucrările complete ale lui Shakespeare
- 100 MB: un raft de cărţi
- 1 GB: un camion de cărţi
- 1 TB: textul tipărit pe hârtia provenită de la 50 000 de copaci
- 10 TB: totalitatea colecţiilor din Biblioteca Congresului SUA

Exemple de valori uzuale ale debitului de informaţie (ordine de mărime):

- 10...100 b/s: creierul uman
- 1 kb/s: înregistratoare electromecanice
- 10 kb/s: telefonie obişnuită
- 100 kb/s: muzică de bună calitate
- 1 Mb/s: imagine de televiziune de medie calitate
- 10 Mb/s: reţele de calculatoare de viteză medie
- 100 Mb/s: reţele de calculatoare de viteză înaltă
- 1 Gb/s: interfeţe interne ale calculatorului

Aplicarea prefixelor SI pentru formarea multiplilor (kilo-, mega-, giga- etc.) şi a simbolurilor corespunzătoare (k, M, G etc.), care semnifică multipli de 10, la unităţi care în mod natural reprezintă puteri ale lui 2, în special la unitatea "byte", a produs numeroase confuzii şi a dat naştere la discuţii aprinse. De exemplu, prefixul "kilo", definit în sistemul SI ca multiplicator cu 1000, a fost substituit multiplicatorului 2^{10}=1024, astfel că 1 kilobyte putea fi interpretat fie ca 1000 byte, fie ca 1024 byte. De asemenea, 1 MB putea să semnifice 1000 000 byte, sau 1048 576 byte, 1 GB = 1000 000 000 B sau 1073 741 824 B, etc. În cazul multiplilor

superiori tera (T), peta (P) etc. diferențele dintre cele două interpretări devin din ce în ce mai mari.

Problemele au început să apară deja în anii '80...'90. Mai târziu, la apariția Microsoft Windows 98, spațiul disponibil de pe un "harddisk" cu capacitatea nominală de 40 MB era raportat ca având 41 959 424 B, iar în Microsoft Windows XP unul cu 30 GB nominal era raportat atât ca 28 GB cât şi ca 30 064 771 072 B. Când un utilizator cumpără un dispozitiv de stocare cu capacitatea declarată în multipli zecimali (MB, GB) şi îl instalează pe un sistem care afişează spațiul disponibil în unități binare, poate fi derutat de discrepanța pe care o constată. În urma publicității ambigue s-au înregistrat mai multe acțiuni judiciare intentate de cumpărători împotriva unor firme furnizoare.

O soluție radicală a acestei situații a fost adusă de CEI (Comisia Electrotehnică Internațională) în 1999, care a înlăturat această ambiguitate prin introducerea prefixelor binare kibi-, mebi-, etc. şi a simbolurilor Ki, Mi, Gi, etc. (Ammendment 2 to "IEC 60027-2: Letter symbols to be used in electrical technology – Part 2: Telecommunications and electronics".) Denumirile provin de la primele două litere ale prefixelor originale SI urmate de particula "bi" ca abreviere pentru "binar". În acelaşi timp, se clarifică faptul că prefixele SI se aplică numai în sensul de "prefixe zecimale" şi nu trebuie utilizate ca "prefixe în baza 2".

In tabelul următor sunt date denumirile, simbolurile, valorile exacte şi valorile cu aproximație ale acestor prefixe.

Denu-mire	**Simbol**	**Valoare**		
		exactă		**aprox.**
kibi	Ki	2^{10}	= 1 024	$\approx 10^3$
mebi	Mi	2^{20}	= 1 048 576	$\approx 10^6$
gibi	Gi	2^{30}	= 1 073 741 824	$\approx 10^9$
tebi	Ti	2^{40}	= 1 099 511 627 776	$\approx 10^{12}$
pebi	Pi	2^{50}	= 1 125 899 906 842 624	$\approx 10^{15}$
exbi	Ei	2^{60}	= 1 152 921 504 606 846 976	$\approx 10^{18}$
zebi	Zi	2^{70}	= 1 180 591 620 717 411 303 424	$\approx 10^{21}$
yobi	Yi	2^{80}	= 1 208 925 819 614 629 174 706 176	$\approx 10^{24}$

Exemplu: 300 GB = 300 000 000 000 B ≈ 279,5 GiB

Noile prefixe nu au intrat încă în uz general, însă anunţarea lor a atras atenţia celor interesaţi de necesitatea respectării normelor în vigoare, şi utilizarea lor este în creştere. Multe organizaţii internaţionale şi naţionale acordă un sprijin important iniţiativei CEI, printre ele IEEE, CIPM, CENELEC, NIST şi SAE; în particular, în 2005 standardul IEEE 1541-2002 (Prefixe pentru Multipli Binari) a fost definitivat de "Institute of Electrical and Electronics Engineers", asociaţie profesională cu renume mondial. De asemenea, prefixele binare au fost adoptate de către "Comitetul European de Standardizare în Electrotehnică" (CENELEC), ca document de armonizare HD 60027-2:2003-03, care urmează să devină Standard European.

10 Intervale şi scări de timp. Scrierea datei şi a orei

Mărimea fizică "timp" prezintă mai multe particularităţi în comparaţie cu celelalte mărimi fizice şi de aceea este utilă tratarea mai detaliată a ei.

10.1 Intervale de timp

Un interval de timp reprezintă timpul scurs între două momente, constituind limita inferioară (începutul) şi respectiv limita superioară (sfârşitul) ale intervalului.

Unitatea SI pentru exprimarea intervalelor de timp este secunda. Ea se foloseşte împreună cu submultiplii ei zecimali şi cu multiplii ei nezecimali, conform celor arătate la descrierea unităţilor SI.

Multiplii nezecimali ai secundei sunt următorii (în paranteze sunt date simbolurile uzuale).

- Minutul (min): intervalul de timp egal cu 60 secunde consecutive
- Ora (h): intervalul de timp egal cu 60 minute consecutive
- Ziua (d): intervalul de timp egal cu 24 ore consecutive
- Săptămâna: intervalul de timp egal cu 7 zile consecutive
- Decada: intervalul de timp egal cu 10 zile consecutive
- Luna: intervalul de timp egal cu 30 zile consecutive
- Trimestrul: intervalul de timp egal cu 3 luni consecutive
- Semestrul: intervalul de timp egal cu 6 luni consecutive
- Anul: intervalul de timp egal cu 365 zile consecutive (an obişnuit) sau 366 zile (an bisect)
- Deceniul: intervalul de timp egal cu 10 ani consecutivi
- Secolul: intervalul de timp egal cu 100 ani consecutivi
- Mileniul: intervalul de timp egal cu 1000 ani consecutivi

Observaţii. (a) Definiţiile de mai sus se referă la intervale de timp, independent de începutul şi sfârşitul acestora. Toţi multiplii enumeraţi se aplică însă şi la intervale cu data începerii fixată, unii din ei sunt chiar folosiţi cu precădere în acest fel (intervale "calendaristice"): săptămâna ca interval de 7 zile începând cu ziua de luni, decada ca interval care începe în prima, în a 11-a sau a 21-a zi a lunii (caz în care decada poate avea între 8…11 zile consecutive), luna ca interval care începe cu ziua a 1-a (astfel luna poate avea între 28…31 zile), secolul şi mileniul ca intervale care încep în ani al căror număr se sfârşeşte cu 01, respectiv 001, etc.

(b) Anul calendaristic mediu (gregorian) are 365,2425 zile. Pentru a se evita decalarea începutului anului calendaristic faţă de cel astronomic, au fost introduşi anii bisecţi, după regula conform căreia anii calendaristici bisecţi sunt cei la care:

- pentru anii la care numărul ce reprezintă anul nu are ultimele două cifre nule, acest număr este divizibil cu 4, sau

- pentru anii la care numărul ce reprezintă anul are ultimele două cifre nule, numărul format din primele două cifre este divizibil cu 4.

Exemple de ani bisecţi: 1976; 1980; 2000; 2400. Exemple de ani obişnuiţi (care nu sunt bisecţi): 1800; 1900; 1983; 1990.

Regula anilor bisecţi a fost stabilită în aşa fel ca durata anului mediu care rezultă să fie cât mai apropiată de cea a anului astronomic (astfel, se poate verifica faptul că în cei 1000 de ani dintre 2000 şi 2999 vor fi 757 ani obişnuiţi şi 243 ani bisecţi, ceea ce înseamnă (757×365) + (243×366) = 365 248 zile, adică în medie un an va avea 365,248 zile, o valoare foarte apropiată de cea dată de determinările astronomice).

10.2 Scări de timp

O scară de timp este definită de mulţimea intervalelor de timp succesive, de valori egale, ordonate astfel încât limita superioară a unui interval să coincidă cu limita inferioară a intervalului următor.

Limitele intervalelor de timp componente constituie *reperele* scării de timp. Valoarea unui reper oarecare al scării de timp este egală cu suma valorilor intervalelor de timp cuprinse între originea scării şi acel reper.

Reperele scării de timp, în funcţie de valoarea intervalului de timp cuprins între două repere consecutive de acelaşi tip, pot fi repere de secole, repere de ani, repere de luni, repere de zile, repere de ore, etc.

Limita inferioară a primului interval al scării se numeşte originea scării de timp şi are valoarea zero.

Scara de timp utilizată azi practic în lume se numeşte *timp universal coordonat* (*UTC*) şi are originea la începutul anului unu, ora 00 h a zilei 01 ianuarie. La baza definirii acestei scări se află scara de *timp atomic internaţional* (*TAI*), furnizată de un grup de etaloane atomice de timp din întreaga lume, sub supravegherea Biroului Internaţional de Măsuri şi Greutăţi din Paris. Relaţia dintre acestea este

$$UTC = TAI + A$$

cu condiţia

$$| UT_1 - UTC | < 0{,}9 \text{ s}$$

unde:

UT_1 timpul universal obţinut din observaţii astronomice şi corectat ţinând seama de micile mişcări ale pământului relative la axa sa de rotaţie;

A constantă astfel aleasă încât să îndeplinească în orice moment condiţia de mai sus, ca diferenţa dintre UT_1 şi UTC să fie sub 0,9 s. În acest scop, se introduc – de câte ori este nevoie – la datele de 01 ianuarie, 01 aprilie, 01 iulie sau 01 octombrie ale fiecărui an, salturi de câte 1 s în UTC.

Observaţii. Este locul aici să fie subliniată o particularitate a scărilor de timp, a cărei necunoaştere creează uneori confuzii şi greşeli. Exprimarea cantitativă

a oricărei mărimi fizice se face folosind o *scară de măsurare*, cu *repere* şi *intervale*. De exemplu, temperatura se exprimă cu ajutorul scării Celsius, al cărei reper zero corespunde, după cum se ştie, punctului de topire a gheţii. Între reperul zero şi reperul unu se află un interval de 1 °C (grad Celsius), care, prin convenţie, este intervalul zero al scării. Orice temperatură cuprinsă în acest interval se scrie utilizând o fracţie zecimală care începe cu cifra zero, de exemplu 0,753 °C. Tot convenţional, prin generalizare, fiecare interval al scării are denumirea *reperului limită inferior*; astfel, temperatura +38,15 °C aparţine intervalului dintre 38 °C şi 39 °C, care poate fi denumit interval "38" al scării. În mod similar, se exprimă mărimi fizice de cele mai diferite naturi: lungime, masă, tensiune electrică, etc. Scrierea zecimală a valorilor numerice a făcut ca această practică să pară naturală, de la sine înţeleasă.

În ce priveşte exprimarea timpului, convenţia s-a păstrat numai la unităţile secundă, minut şi oră. Astfel, se vorbeşte despre ora zero (prima oră după miezul nopţii), minutul zero (primul minut al unei ore) şi secunda zero (prima secundă a unui minut); de pildă, ora exactă corespunzătoare miezului nopţii se scrie, simbolic, 00:00:00. În schimb, la unităţile de timp zi, săptămână, lună, an, secol şi mileniu această regulă nu se mai aplică: la acestea, *fiecare interval al scării de timp are denumirea reperului limită superior*. Deci, prima zi a unei luni este notată prin 1 (şi nu 0; prima zi a lunii martie este 1 martie, şi nu 0 martie!), prima lună a anului este notată cu 1, era noastră, după naşterea lui Christos, începe cu anul 1 (şi nu cu anul 0), cu secolul 1 şi respectiv cu mileniul 1! Prin tradiţie, zilele, lunile, anii, secolele au fost numerotate ordinal, începând cu unu (nu cu zero). Un nou-născut se află în primul său an de viaţă, nu în anul al zero-lea!

Încă o dată: aici este vorba de *intervale,* nu de *repere*. Numerotarea anilor înseamnă o numerotare de intervale, şi nu una de repere. Originea anilor este într-adevăr la reperul zero, dar intervalul de la reperul zero la reperul unu este denumit anul 1.

În consecinţă, fiecare secol începe cu un an de tipul XX01, secolul 20 a început cu anul 1901, iar secolul 21 (şi deci mileniul al treilea) a început cu anul 2001.

10.3 În legătură cu timpul legal (ora oficială)

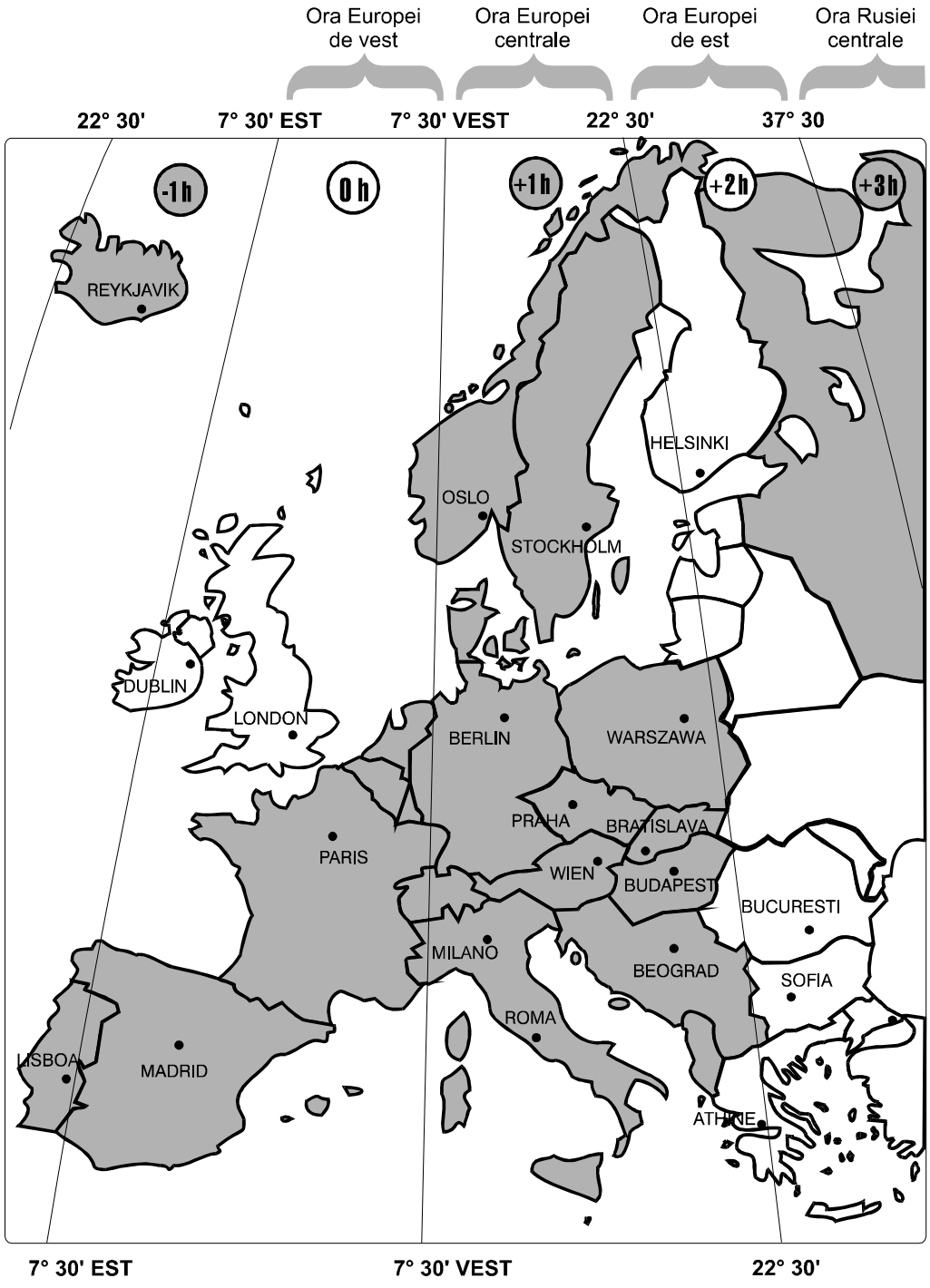
În fiecare stat există convenţii proprii privind timpul legal (ora oficială) pentru statul sau regiuni ale statului respectiv, care asigură unicitatea timpului şi corelarea acestuia cu timpul legal al celorlalte state.

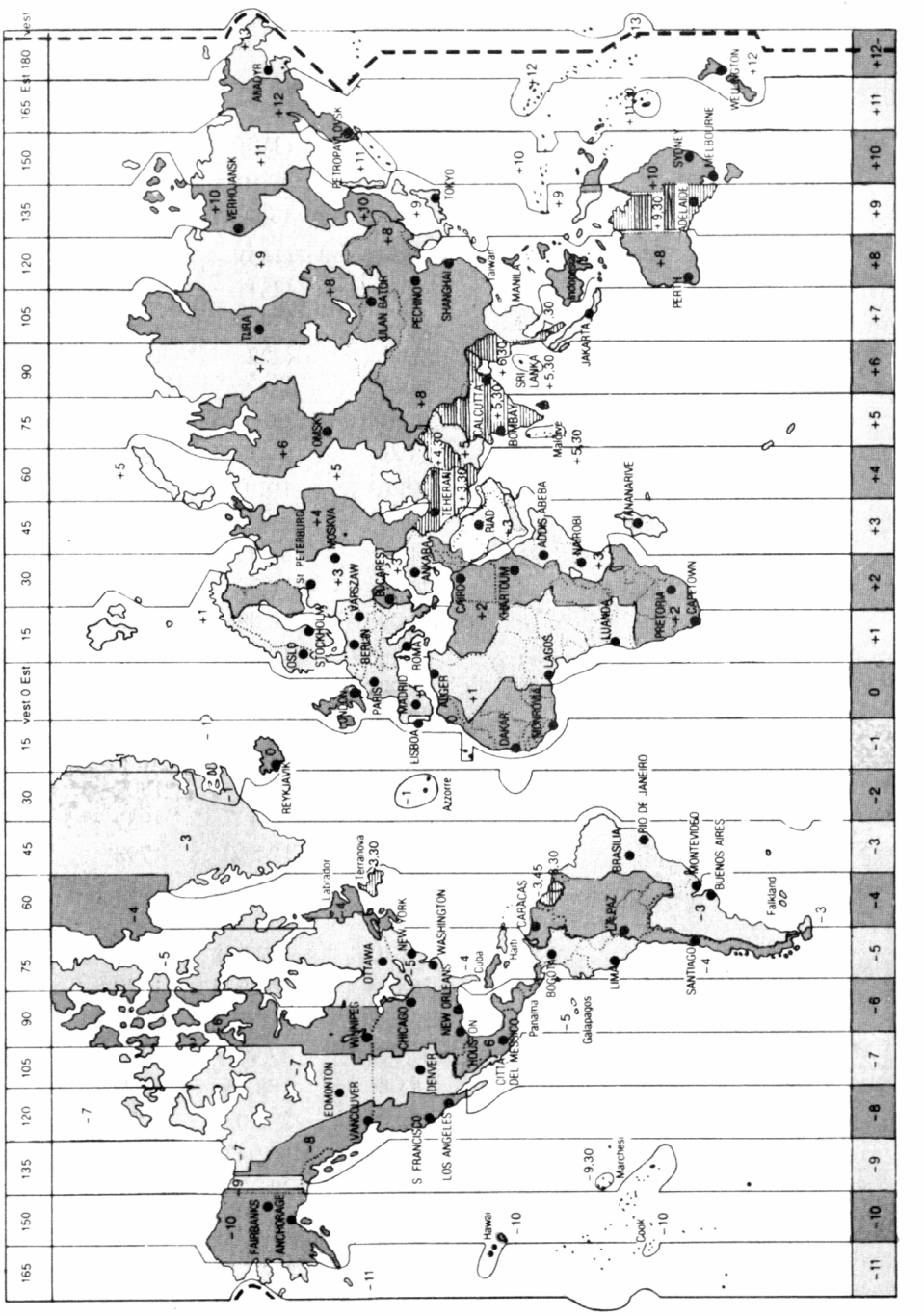
a) Convenţii internaţionale

Timpul universal coordonat, sau *UTC*, constituie scara de timp stabilită de Biroul Internaţional al Orei (actualmente BIPM, Biroul Internaţional de Măsuri şi Greutăţi), adoptat ca referinţă în prezent în toată lumea.

UTC coincide practic cu *GMT*, sau timpul mediu Greenwich, adică timpul solar mediu pentru meridianul 0° care, conform unei convenţii internaţionale, trece prin Greenwich, Anglia. Tot prin convenţie internaţională au fost delimitate cele 24 fusuri orare, la intervale de câte 15° longitudine estică, respectiv vestică, faţă de meridianul 0°. Fusurile orare care rezultă pentru Europa sunt prezentate în tabelul de mai jos; în hărţile de pe paginile următoare sunt ilustrate de asemenea fusurile orare pentru Europa, precum şi cele pentru întregul glob.

Fusul	Meridianul pe care este centrat	Întinderea, între longitudinile	Câteva oraşe cuprinse în fus
Europa de vest	0°	7° 30' vest ... 7° 30' est	Londra, Paris, Madrid
Europa centrală	15° est	7° 30' est ... 22° 30' est	Stockholm, Copenhaga, Berlin, Varşovia, Praga, Viena, Roma, Belgrad
Europa de est	30° est	22° 30' est ... 37° 30' est	Helsinki, Riga, Minsk, Kiev, Bucureşti, Sofia, Atena
Rusia centrală	45° est	37° 30' est ... 52° 30' est	Moscova


Ora Europei de vest
Ora Europei centrale
Ora Europei de est
Ora Rusiei centrale
22° 30'
7° 30' EST
7° 30' VEST
22° 30'
37° 30
-1 h
0 h
+1 h
+2 h
+3 h
REYKJAVIK
HELSINKI
OSLO
STOCKHOLM
DUBLIN
LONDON
BERLIN
WARSZAWA
PRAHA
BRATISLAVA
PARIS
WIEN
BUDAPEST
BUCURESTI
MILANO
BEOGRAD
SOFIA
ROMA
LISBOA
MADRID
ATHINE
7° 30' EST
7° 30' VEST
22° 30'


vest
180
165 Est
150
135
120
105
90
75
60
45
30
15
vest 0 Est
15
30
45
60
75
90
105
120
135
150
165
ANADYR
VERHOJANSK
PETROPAVLOVSK
TOKYO
TURA
ULAN BATOR
PECHINO
SHANGHAI
Taiwan
MANILA
Indonesia
JAKARTA
PERTH
ADELAIDE
SYDNEY
MELBOURNE
WELLINGTON
OMSK
CALCUTTA
BOMBAY
SRI LANKA
Maldive
MOSKVA
SI PETERBURG
TEHERAN
RIAD
ADDIS ABEBA
NAIROBI
ANANARIVE
VARSZAW
BUCAREST
ATENA
CAIRO
KHARTOUM
PRETORIA
CAPETOWN
OSLO
STOCKOLM
BERLIN
ROMA
PARIS
MADRID
ALGER
LUANDA
LAGOS
DAKAR
MONROVIA
LISBOA
REYKJAVIK
Azzore
RIO DE JANEIRO
BRASILIA
MONTEVIDEO
BUENOS AIRES
Falkland
Terranova
Labrador
NEW YORK
WASHINGTON
OTTAWA
CHICAGO
DENVER
NEW ORLEANS
HOUSTON
Cuba
Haiti
CARACAS
Panama
BOGOTA
Galapagos
LIMA
LA PAZ
SANTIAGO
EDMONTON
VANCOUVER
S. FRANCISCO
LOS ANGELES
CITTA DEL MESSICO
WINNIPEG
FAIRBANKS
ANCHORAGE
Hawai
Cook
Marchesi
9,30
+13
+12
+11
+10
+9
+8
+7
+6
+5
+4
+3
+2
+1
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
-11
-12

b) Timpul legal

Timpul legal (*TL*) este scara de timp adoptată oficial pentru un anumit teritoriu (țară, regiune), definită prin

$$TL = UTC + B$$

unde *B* este un număr întreg de ore (rareori, jumătăți de oră).

Valoarea lui *B* este stabilită prin lege pentru fiecare țară (regiune), în funcție de fusul din care face parte. Dacă acest criteriu este respectat, ziua-lumină va fi centrată pe ora locală 12:00.

Abateri de la această regulă apar frecvent:

a) din motive administrative (de exemplu, în interiorul unei țări sau al unui grup de țări întinse geografic pe mai multe fusuri);

b) pentru reducerea duratei zilnice a iluminării artificiale ("ora de vară"), deci o economie de energie.

c) Timpul legal în Europa

Din tabelul şi hărțile anexate rezultă următoarele:

- În țările Uniunii Europene, cu excepția Marii Britanii, Greciei, Finlandei, țărilor Baltice, României şi Bulgariei, şi de asemenea în fostele țări ale Iugoslaviei şi în Albania, se utilizează "ora Europei centrale" (deşi Portugalia, Spania, Franța, Belgia, Olanda, Luxemburg sunt situate geografic în afara fusului corespunzător).
- Marea Britanie, Irlanda şi Islanda au timpul legal corespunzător "orei Europei de vest".
- Finlanda, țările Baltice, Belarus, Ucraina, România, Bulgaria şi Grecia utilizează "ora Europei de est", fiind situate integral sau aproape integral în fusul corespunzător.
- Rusia utilizează un timp legal decalat cu încă o oră față de "ora Europei de est" (+3 h față de *GMT*).

d) Timpul legal în România

Timpul legal român, adoptat prin lege, corespunde "orei Europei de est", cu un decalaj de +2 h față de *UTC (GMT)*.

Prin poziția geografică a României, această decizie este justificată; într-adevăr, cca. 89% din suprafața țării este situată în fusul Europei de est (meridianul 22° 30' care delimitează fusul Europei de est de cel al Europei centrale trece prin apropierea Porților de fier).*

---

*Este interesant de remarcat aici că în anul 1996 un parlamentar român, care părea revoltat de decalajul orar dintre România şi celelalte state central- şi vest-europene, a ridicat problema în senatul României, considerând acest fapt ca un semn de discriminare față de țara noastră! A trebuit ca forurile competente române să trimită

Parlamentului o notă explicativă, însoţită de o fundamentare adecvată, pentru a lămuri lucrurile.

e) Timpul "de vară"

În majoritatea ţărilor lumii, în jumătatea călduroasă a anului se practică o decalare cu +1 h a timpului legal. În felul acesta programul zilnic de activitate al populaţiei este plasat cu o oră mai devreme, rezultând seara o oră în plus de lumină naturală. Este o măsură de economisire a energiei, numită generic "Daylight Saving".

În ţările Uniunii Europene, ca şi în multe alte ţări ale lumii, schimbările orei legale se fac în ultima duminică a lunilor martie, respectiv octombrie; ca urmare, decalajele dintre orele legale ale acestor ţări se păstrează nemodificate în tot cursul anului.

10.4 Principiile scrierii datei şi a orei

Pentru scrierea datei calendaristice şi a orei se folosesc azi în lume moduri şi formate diferite, ceea ce poate da naştere la confuzii şi chiar la erori, atât la interpretarea lor de către persoana care le citeşte cât şi la comunicarea între sisteme de calcul. În scopul înlăturării acestor neajunsuri, pe plan internaţional (prin ISO 8601) a fost standardizat modul de scriere a datei şi a orei. În acest subcapitol sunt descrise şi exemplificate formatele recomandate de standardele internaţionale, pentru cazurile cele mai uzuale. Sunt de asemenea prezentate şi alte modalităţi de scriere, răspândite în prezent, atât în lume cât şi în România.

Principiul de bază adoptat de ISO este utilizarea scrierii în *ordine descrescătoare* a datei, sub forma **an-lună-zi,** modalitate considerată superioară scrierii în ordine crescătoare, zi-lună-an, răspândită în prezent în multe ţări ale lumii, precum şi altor forme de scriere (de exemplu, lună-zi-an, obişnuită în ţările anglo-saxone).

Avantajele scrierii în ordine descrescătoare sunt următoarele:

a) constituie ordinea naturală a scrierii oricărei mărimi, începând cu unităţile şi continuând cu fracţiunile;
b) permite uşor reprezentări simplificate sau trunchiate;
c) facilitează calculul aritmetic, clasificarea şi arhivarea, în special în cadrul unor sisteme informatice;
d) dă posibilitatea scrierii în bloc a datei şi a orei, adăugând cifrele adecvate pentru ore, minute şi secunde.

În afară de adoptarea ordinii descrescătoare, pentru standardizarea scrierii datei calendaristice sau "ordinale" şi a orei, au trebuit unificate şi alte concepte şi principii, ca de exemplu:

- prima zi a săptămânii este luni, zilele săptămânii sunt numerotate de la 1 la 7, începând cu ziua de luni;

- prima săptămână a anului este cea care conține prima zi de joi a anului;
- prima lună a anului este ianuarie, lunile sunt numerotate de la 01 (ianuarie) la 12 (decembrie);
- ziua conține 24 ore, numerotate de la 00 la 24 (şi nu de două ori 12 ore); ziua începe la ora 00:00 şi se termină la 24:00 (care coincide cu ora 00:00 a zilei următoare).

Exprimarea datei şi a orei se poate face prin reprezentări complete, incomplete sau trunchiate. În toate cazurile, grupurile de cifre care reprezintă elementele datei (anul, luna, ziua) şi respectiv ale orei (ora, minutul, secunda) pot fi scrise cu semne de separare între ele (aceasta este scrierea obişnuită, în text) sau în bloc, fără separare (mod de scriere tipic pentru sisteme de stocare, transmitere sau prelucrare de date, calculatoare, etc.). În primul caz, semnele separatoare sunt linia de despărțire sau cratima (-) pentru scrierea datei, şi respectiv două puncte (:) pentru scrierea orei.

10.5 Scrierea datei

O dată calendaristică se reprezintă complet prin trei grupuri de cifre:

un grup de patru cifre, care exprimă anul;
un grup de două cifre, care exprimă luna;
un grup de două cifre, care exprimă ziua,

separate între ele prin cratime (-) sau fără separare. De exemplu, ziua de 12 aprilie 2001 se scrie astfel:

2001-04-12

sau, dacă nu se pot crea confuzii, grupurile de cifre se pot scrie şi fără a fi separate între ele:

20010412

Primul mod de scriere este cel recomandat atunci când este adresat cititorului, pe când celălalt este destinat comunicării între maşini (sisteme numerice de date, calculatoare, etc.).

Sunt admise de asemenea diferite moduri de reprezentare incompletă sau trunchiată. De exemplu, dacă interesează numai anul şi luna, nu şi ziua, reprezentarea va fi de forma

2001-04 sau 200104

În standardul inițial ISO 8601 (1988) erau admise şi reprezentările trunchiate, cu omisiunea primelor două cifre ale anului:

01-04-12 sau 010412, respectiv 01-04 sau 0104.

Aceste forme nu mai sunt admise, conform ultimei ediții a ISO 8601 (2004); anul trebuie simbolizat complet, cu patru cifre, pentru a se înlătura ambiguitățile posibile.

O zi ordinală a anului se exprimă prin trei cifre. Prima zi a anului are expresia 001, iar zilele următoare sunt numerotate în ordine crescătoare. De exemplu, ziua calendaristică din exemplele anterioare se reprezintă, ca zi ordinală, în modul următor:

2001-102 sau 2001102

În mod asemănător se formează şi reprezentările ordinale folosind săptămâna şi ziua. Săptămâna este exprimată prin două cifre, numerotând săptămânile anului începând cu 01, iar ziua săptămânii este exprimată printr-o cifră, de la 1 la 7, începând cu ziua de luni. Aceste reprezentări sunt însă mai puţin utilizate.

10.6 Scrierea orei

Orele zilei sunt reprezentate prin două cifre, de la 00 la 24, iar minutele şi secundele tot prin două cifre, de la 00 la 59.

Formatul complet cuprinde ora, minutul şi secunda, scrise în text sub forma

23:20:07 sau 232007

Pentru reprezentări cu precizie redusă (fără secunde), se aplică formate trunchiate:

23:20 sau 2320

sau numai ore:

23

Sunt admise şi reprezentările cu fracţiuni zecimale, adăugând orei, minutului sau secundei fracţiuni zecimale, separate prin virgulă. Se pot folosi de asemenea reprezentări trunchiate, în care este omisă ora (sunt reprezentate numai minutul şi secunda) sau sunt omise ora şi minutul (este reprezentată numai secunda).

Întrucât fiecare zi începe şi se termină cu miezul nopţii, cele două notaţii 00:00 şi 24:00 specifică unul şi acelaşi moment. Ele pot fi folosite totuşi pentru a face distincţie între două miezuri de noapte asociate cu aceeaşi dată. Dacă, însă, este necesară o reprezentare fără ambiguitate a momentului respectiv, este preferată notaţia 00:00 pentru miezul nopţii şi nu 24:00 (de regulă ceasurile digitale afişează 00:00, nu 24:00).

Standardele internaţionale, cum este ISO 8601, nu precizează dacă notaţiile recomandate semnifică un "reper" sau un "interval" de timp. De exemplu, 09:00 poate să însemne momentul exact al sfârşitului celei de a noua ore, sau perioada de timp între 09:00 şi 09:01 (sau eventual altceva). Interpretarea trebuie făcută în fiecare caz în funcţie şi de context.

Dacă este necesară reprezentarea diferenţei faţă de Timpul Universal Coordonat (TUC, sau GMT, ora Greenwich), aceasta se exprimă în ore şi minute, sau numai în ore, adăugate imediat după expresia orei locale, cu semnul + sau - ,

după cum ora locală este în avans sau în urmă față de TUC. De exemplu, ora locală în România se reprezintă sub forma

23:20:07+02:00 sau 232007+0200

Pentru reprezentarea timpului Universal Coordonat (TUC) se admite şi adăugarea literei Z imediat după (fără spațiu) notația standardizată, de exemplu

23:20:07Z

În sfârşit, reprezentarea datei şi reprezentarea orei pot fi combinate într-o reprezentare unică, asociind formatele indicate mai sus (punând totdeauna în față reprezentarea datei). Pentru evitarea confuziilor, cele două formate vor fi separate prin litera T. Exemplu:

2001-04-12T23:20:07 sau 20010412T232007

(litera separatoare T poate fi omisă, atunci când confuziile nu sunt posibile). Pot fi combinate sub forma unor reprezentări unice şi formele incomplete, respectiv trunchiate.

10.7 Alte forme de scriere a datei şi a orei

Pentru scrierea datei, semnele de separare utilizate frecvent în diferite țări ale lumii sunt bara oblică (/) şi punctul (.). Ordinea de scriere pentru an-lună-zi este de asemenea diferită, fiind curente cel puțin alte două variante: zi-lună-an (în multe țări europene) şi lună-zi-an (în Statele Unite ale Americii).

Astfel, se poate imagina următoarea notare simbolică a unei date:

02 / 04 / 03

Ce înseamnă această dată?

- 2 aprilie 2003 (în stil european), sau
- 4 februarie 2003 (în stil american), sau
- 3 aprilie 2002 (conform ISO 8601).

Răspunsul va depinde probabil de țara în care locuiți. Dacă se respectă formatul ISO, această dată scrisă sub forma

02-04-03 sau 2002-04-03

va fi interpretată fără ambiguitate.

În concluzie, cele două forme de scriere nestandardizate de mai sus au marele dezavantaj că – dacă nu se cunoaşte dinainte codul utilizat – pot da naştere la confuzii.

În scrierea timpului, principala variantă față de cea standardizată este cea bazată pe împărțirea zilei în 2×12 ore, ceea ce implică adăugarea la oră a mențiunilor AM (ante-meridian) sau PM (post-meridian). Astfel, ora 23:20:07 se va scrie 11:20:07 PM. Acest mod de exprimare a orei este nerecomandabil,

pierzându-se mai multe din avantajele scrierii bazate pe ziua de 24 ore; principalele dezavantaje ale ei sunt:

- notaţia este mai lungă decât cea de tipul 24 h;
- compararea între ele a două momente de timp este mai dificilă;
- nu este clar cum trebuie reprezentate orele 00:00, 12:00 şi 24:00 (de exemplu, ce înseamnă în această notaţie 12:00 AM: miezul nopţii sau amiaza?); din această cauză, englezii şi americanii evită să folosească 12 AM sau 12 PM, şi spun sau scriu în loc de acestea "noon" şi respectiv "midnight";
- creează confuzii atunci când trebuie specificat un moment de timp în prima oră după miezul nopţii, deoarece mulţi consideră că trecerea de la o zi la alta se produce între orele 12:59 AM şi 01: AM.

Cu toate acestea, scrierea orei în sistemul 2 × 12 ore continuă să fie larg utilizată, în paralel cu sistemul 1 × 24 ore, datorită şi faptului că practic toate ceasurile analogice au cadranul împărţit în 12 ore (şi nu 24).

11 Exprimarea în procente şi valorile procentuale

Procentul, într-un sens propriu, este o unitate de măsură a mărimilor relative (adimensionale sau cu dimensiunea 1). În acest sens, procentul este utilizat ca unitate de măsură a mărimilor "analitice" în general, a concentraţiilor, a umidităţii relative etc. El exprimă o parte din întreg, o fracţiune şi ca atare, valoarea în procente este limitată, în mod evident, la intervalul 0...100 % (o valoare negativă, ca şi una peste 100 %, nu au sens). Unităţi similare, utilizate însă mai puţin frecvent, sunt "promille" sau "partea pe o mie" (simbol ‰), "partea pe milion" (ppm) şi "partea pe miliard" sau "partea pe bilion" (ppb).

Pe de altă parte, procentul a căpătat o utilizare largă pentru exprimarea unei variaţii, a unei abateri, a unui adaos sau a unui minus. Creşterea producţiei sau a populaţiei unei ţări, diferenţa dintre două cantităţi de material sau dintre două preţuri, un câştig sau o pierdere, o dobândă, abaterea unui parametru faţă de o valoare de referinţă şi multe altele sunt date cel mai adesea în procente. În aceste cazuri, restricţia de mai sus nu se mai aplică: valoarea exprimată în procente poate fi şi negativă, şi – în anumite condiţii – poate fi şi peste 100 %. Dar tocmai această extensie de înţeles a noţiunii de procent a condus şi la unele formulări incorecte sau abuzive, care îşi găsesc loc nu numai in limbajul de toate zilele (unii spun "faptul este mie la sută cert!"), ci chiar în texte tipărite.

Iată, bunăoară, ce putea fi citit într-un ziar, la rubrica de noutăţi tehnico-ştiinţifice: "Noua metodă elaborată asigură o creştere a productivităţii cu 450 % şi o scădere a consumului de energie electrică cu 300 %" (!). Prima aserţiune înseamnă că productivitatea devine de 4,5 ori mai mare. Dar a doua este în mod evident o greşeală, probabil datorită vitezei sau neglijenţei (făcându-ne să ne gândim că s-a realizat un perpetuum mobile!).

Câteodată nu se acordă atenţia cuvenită exprimării în procente a unor părţi dintr-o cantitate care variază discret (mulţime finită). De exemplu, într-o publicaţi mai veche a apărut un pasaj, care – transcris aici numai ca ilustrare – suna cam aşa : "Parlamentul ţării, compus din 179 membri, este format in proporţie de 39,2 % din reprezentanţi ai partidului *A,* 29,6 % ai partidului *B,* ... şi 0,2 % reprezentanţi ai altor partide". În asemenea cazuri, desigur, fracţiunile exprimate în procente nu pot lua orice valori.

În metrologie, procentele servesc în primul rând la exprimarea erorii de măsurare şi a incertitudinii de măsurare, a corecţiilor. Toate acestea sunt, de cele mai multe ori, cuprinse între 0,1 % şi 10 %, deci au valori relativ reduse şi li se aplică regulile calculului cu cantităţi mici. Aceste reguli sunt atât de importante încât orice curs de iniţiere sau perfecţionare în domeniu ar trebui să înceapă cu exerciţii de însuşire a lor. De pildă, să luăm doar cazul traductoarelor de măsurare interconectate, care formează un lanţ de măsurare: erorile relative individuale ale traductoarelor, exprimate în procente, trebuie însumate algebric, pentru a calcula eroarea lanţului (ansamblului) de măsurare (nu este vorba aici de erorile admise,

sau de limitele unor erori componente, de incertitudini de măsurare, ci de erorile efective, erorile determinate ale traductoarelor). Această regulă, pe care metrologii o aplică fără rezerve, conţine în ea o aproximaţie perfect justificată în majoritatea cazurilor practice, dar de care mulţi nu mai sunt conştienţi. Pentru simplificare, să considerăm că lanţul este format din două traductoare interconectate, având factorii de conversie (sensibilităţile) $F_1(1 + e_1)$ şi $F_2(1 + e_2)$, unde F_1, F_2 sunt factorii nominali de conversie şi e_1, e_2 sunt erorile relative ale acestora. Factorul de conversie global al lanţului va fi

$$F_1(1+e_1) \cdot F_2(1+e_2) = F_1 \cdot F_2 (1+e_1+e_2+e_1 \cdot e_2) \approx F_1 \cdot F_2(1+e_1+e_2)$$

unde produsul $e_1 \cdot e_2$ a fost neglijat faţă de e_1 şi e_2. Desigur, această neglijare este corectă dacă, de exemplu, cele două erori e_1 şi e_2 sunt de ordinul 1 %, termenul neglijat $e_1 \cdot e_2$ fiind atunci de ordinul 0,01 %.

Acest caz se încadrează în principiul general al operării cu erorile (abaterile, perturbaţiile) de ordinul întâi, neglijând efectele de ordinul doi. Aşa se procedează în teoria perturbaţiilor, mijloc de investigare de mare eficienţă în fizică, reflectat şi în teoria erorilor de măsurare.

Este adevărat că mai există şi excepţii de la această regulă. Astfel, într-o broşură care descrie posibilităţile de etalonare ale unui anumit institut naţional de metrologie, este specificat că incertitudinea de măsurare a unui vacuum de 10^{-11} torr este de 1.10^0, adică de 100 %. Acestea sunt însă cazuri relativ rare.

Erorile exprimate în procente pot fi pozitive sau negative. Ca urmare, erorile determinate trebuie consemnate împreună cu semnul lor, iar pentru limitele admise ale erorilor se va pune ± în faţa valorii citate. În schimb, incertitudinea de măsurare exprimată ca abatere standard (s, s) se va scrie fără ±.

Deseori se pot produce confuzii dacă se vorbeşte despre o eroare sau incertitudine, în procente, fără a se preciza la ce valoare este raportată (la valoarea măsurată, la o valoare fixă convenţională etc.). De exemplu, o afirmaţie de genul "această instalaţie are o incertitudine de măsurare de 0,5 %" poate fi ambiguă, dacă nu se precizează (sau nu reiese din context) că 0,5 % se referă la orice valoare măsurată (eroarea relativă) sau la valoarea intervalului de măsurare (eroare raportată) etc.

O situaţie şi mai încurcată poate apărea în cazul aparatelor care măsoară mărimi relative exprimate în procente (aparate de măsurat concentraţia de alcool în apă, umiditatea gazelor etc.). De exemplu, dacă se afirmă că o umiditate relativă de 40 % este măsurată cu o incertitudine de 2 %, se poate înţelege că *(a)* rezultatul măsurării este 40 ± 2 % = 38 ... 42 %, sau că *(b)* incertitudinea este 2 % din 40 % adică $0,02 \cdot 0,40 = 0,008 = 0,8$ %, deci rezultatul măsurării va fi 40 ± 0,8 % = 39,2...40,8 %. Nu există prevederi unice şi general aplicabile în acest sens în standardele naţionale sau în cele internaţionale. De obicei se aplică interpretarea *(a)* de mai sus, dar există cazuri în care este valabilă varianta *(b),* ca de exemplu la aparatele pentru determinarea erorilor transformatoarelor de măsurat. O soluţie care ar înlătura aceste ambiguităţi ar fi aceea de a adăuga după semnul % un simbol

distinctiv al mărimii relative în cauză. Astfel, în literatura anglo-saxonă se utilizează pentru umiditatea relativă unitatea %RH (de la "*relative humidity*"), ceea ce permite exprimarea incertitudinii de măsurare tot in %RH, evitând orice confuzie. O altă posibilitate este de a scrie simbolul % % pentru incertitudinea exprimată în "procente din procente", aşa cum se întâlneşte în specificațiile unora din firmele de specialitate.

În lucrări de chimie, chimie fizică, materiale etc. deseori se recomandă evitarea unei exprimări simple în procente şi înlocuirea ei cu specificarea raportului celor două unități de măsură care intervin. De exemplu, o concentrație volumică se poate exprima în mL/L sau o concentrație masică în g/kg, în loc de "părți pe o mie". Tot aşa, se recomandă mg/kg, μV/V în loc de ppm, etc.

În general, exprimarea în procente conduce la o imagine concludentă asupra unui efect, unei influențe sau tendințe, unei variații sau abateri etc., oricare ar fi valoarea de referință. Procentul exprimă rezultatul unei gândiri în valori relative, de importanță deosebită pentru orice domeniu de preocupări. În particular, în lumea măsurărilor acest mod de gândire trebuie dezvoltat şi perfecționat, dar în acelaşi timp "curățat" de orice lipsă de rigurozitate, de unele exprimări ambigue care nu sunt totdeauna reglementate prin normative.

12 Unităţi tipografice

În tipografie au fost introduse de către producătorii de echipamente diverse unităţi de măsură cu mult înainte de răspândirea Sistemului Metric. Multe din acestea sunt utilizate şi azi, printre care:

- 1 point (Didot) = 0,376 mm
- 1 point (ATA) = 0,3514598 mm = 0,013837 inch
- 1 point (TeX) = 0,3514598035 mm = 1/72.27 inch
- 1 point (Postscript) = 0,3527777778 mm = 1/72 inch
- 1 point (l'Imprimérie Nationale, IN) = 0,4 mm
- 1 pica (ATA) = 4,2175176 mm = 12 point (ATA)
- 1 pica (TeX) = 4,217517642 mm = 12 point (TeX)
- 1 pica (Postscript) = 4,233333333 mm = 12 point (Postscript)
- 1 cicero = 4,531 mm = 12 point (Didot)

Piaţa maşinilor tipografice şi imprimantelor este dominată de firme americane, care utilizează în continuare o parte din aceste unităţi, iar trecerea la unităţi metrice corespunzătoare nu va avea loc în curând. Acelaşi lucru este valabil şi pentru software-ul aferent (tipografia digitală).

12.1 Unităţi tipografice internaţionale

Punctul (point) este cea mai mică unitate de măsură tipografică, constituind un submultiplu al unităţii pica. Simbolul (abrevierea) în mod uzual este pt, iar valoarea sa a fost iniţial (pe vremea literelor de plumb), de 1/72,27 dintr-un inch. Astăzi se utilizează punctul "Postscript", a cărui valoare a fost rotunjită la 1/72 dintr-un inch.

Următoarea unitate este pica, egală cu 12 pt, respectiv 1/6 inch. Această unitate a fost introdusă de vechii tipografi francezi de la sfârşitul secolului al 18-lea, înlocuind unitatea tradiţională "cicero". Simbolizarea ei se face în mai multe moduri, cu litera P (majusculă) sau cu "P" tăiat cu o bară ("slash"); sunt uzuale de asemenea notările de tipul "6P2p" sau chiar "6P2" pentru "6 pica şi 2 puncte". Producătorii de software pentru publicaţii şi tipar folosesc şi simbolul "p" pentru "pica", plasat imediat după valoarea numerică, în genul "5p6", cu semnificaţia 5 pica şi 6 puncte.

Punctul şi pica sunt folosite pentru măsurarea înălţimii literelor, a spaţierii rândurilor tipărite, a dimensiunilor textului pe pagină, alineatelor etc. Cea mai importantă caracteristică a textelor tipărite este "dimensiunea" caracterului de literă (font size), care exprimă valoarea în puncte a distanţei (normale) dintre rânduri; de exemplu, textul de faţă este scris cu dimensiunea (caracterul) de 11 pt. Această

mărime nu trebuie confundată cu înălțimea literelor (font height), pentru care se ia de obicei ca referință înălțimea literei H sau k; ea este în mod obişnuit de 72% din dimensiunea caracterului, în exemplul de față 0,72×11=7,92 pt.

Pentru caracterizarea rezoluției ("puterii de discriminare") unitatea cea mai obişnuită este numărul de linii (puncte, pixeli) pe inch, numită în mod curent "dots per inch", sau dpi. Valorile uzuale sunt:

sub 100 dpi: imagini curente, în diverse mesaje, e-mail, internet, clip-uri etc.
100...200 dpi: tipar de calitate slabă
200...300 dpi tipar de calitate medie, imprimante cu rezoluție joasă
300...600 dpi: tipar de calitate bună, imprimante cu rezoluție medie
600...1200 dpi: tipar de calitate foarte bună, imprimante cu rezoluție medie-înaltă
peste 1200 dpi: tipar de calitate excepțională, imprimante cu rezoluție superioară

12.2 Unități tipografice metrice

Introducerea sistemului metric în unitățile tipografice este promovată de standardul german DIN 16507-2 (ultima ediție: 1999/05). Prevederile acestui standard sunt deja utilizate în Japonia şi într-o anumită măsură în Germania şi alte state europene.

Conform standardului, toate dimensiunile în tipografia digitală trebuie exprimate în milimetri, iar ca o recomandare, să fie multipli de 0,25 mm (în cazul unor rezoluții mai fine, multipli de 0,1 mm sau de 0,05 mm). Întâmplător, modulul de 0,25 mm coincide destul de bine cu rezoluția ecranelor de calculator uzuale (de exemplu, pentru un ecran de 320×240 mm, la o rezoluție de 1280×1024 pixeli, rezultă dimensiunea unui pixel de 0,25 mm).

Standardul defineşte în principal două mărimi caracteristice: dimensiunea fontului şi înălțimea fontului.

a) Dimensiunea fontului (engleză: font size; germană: Schriftgröße): distanța dintre liniile de bază, sau distanța dintre două linii consecutive ale unui text ("spațierea" normală a textului). Este parametrul cel mai relevant pentru "mărimea" unui font, mai mult decât înălțimea anumitor caractere.

b) Înălțimea fontului (engleză: font height; germană: Oberhöhe): înălțimea în milimetri a unor litere particulare, de obicei k şi H. În mod normal, aceasta este în jurul a 72% din dimensiunea fontului, dar valoarea exactă este la latitudinea proiectantului fontului.

Astfel, de exemplu "Helvetica 5.0" înseamnă un font proiectat pentru spațierea de 5 mm între rânduri, la care litera H va avea înălțimea de 0,72 × 5 = 3,6 mm. Utilizarea aceleiaşi unități de măsură (milimetri) pentru coloana de text şi pentru font simplifică sarcina tehnoredactorului (de pildă, el va şti că într-o coloană înaltă de 60 mm vor încăpea exact 60 / 5 = 12 linii scrise cu fontul de 5 mm).

În standardul DIN 16507-2 este dată o listă a dimensiunilor preferate pentru fonturi, împreună cu înălţimile corespunzătoare. Tabelul conţine şi valorile respective exprimate în puncte, pentru comparaţie.

Dimens. fontului, mm	Înălţimea fontului, mm	Înălţimea fontului, pt	Dimens. fontului, mm	Înălţimea fontului, mm	Înălţimea fontului, pt
1,5	1,1	3,1	6,0	4,3	12,2
1,75	1,3	3,6	7,0	5,0	14,3
2,0	1,4	4,1	8,0	5,8	16,3
2,25	1,6	4,6	9,0	6,5	18,4
2,5	1,8	5,1	10,0	7,2	20,4
2,75	2,0	5,6	12,0	8,6	24,5
3,0	2,2	6,1	14,0	10,1	28,6
3,25	2,3	6,6	16,0	11,5	32,7
3,5	2,5	7,1	18,0	13,0	36,7
3,75	2,7	7,7	20,0	14,4	40,8
4,0	2,9	8,2	22,5	16,2	45,9
4,25	3,1	8,7	25,0	18,0	51,0
4,5	3,2	9,2	27,5	19,8	56,1
5,0	3,6	10,2	30,0	21,6	61,2
5,5	4,0	11,2	35,0	25,2	71,4

În ce priveşte exprimarea rezoluţiei în unităţi metrice, forma uzuală este exprimarea în micrometri, şi nu în unităţi reciproce, gen dpi. Formula de conversiune este

$$\frac{1}{\frac{1}{2,54}\times R}\times 1000$$

unde R este rezoluţia în dpi. Astfel, o rezoluţie de 76 dpi este echivalentă cu 334,21 μm.

Următorul tabel dă câteva perechi de valori echivalente în cele două sisteme.

Rezoluţia în μm	21,2	42,3	84,7	169,4	254,0
Rezoluţia în dpi	1200	600	300	150	100

13 Unități textile

În industria textilă şi în comerț se utilizează în mod curent câteva unități de măsură specifice, în afara unităților SI. Ele vor fi descrise aici împreună cu mărimile respective, a căror definiție este adaptată nevoilor particulare ale domeniului.

Gradul de subțirime al fibrelor şi firelor textile se exprimă prin densitate de lungime.

Deoarece fibrele şi firele textile au un diametru mic şi, cel mai adesea, acesta nu se menține constant pe toată lungimea lor datorită aderențelor, nodurilor etc. s-a convenit ca finețea să fie apreciată prin indici de finețe. Indicii de finețe se pot defini direct prin raportul dintre masa şi lungimea fibrei (firului) sau densitate liniară, şi indirect prin raportul dintre lungimea şi masa firului /fibrei.

Din categoria indicilor direcți fac parte cei din sistemul tex şi denier.

Texul este unitatea internațională pentru finețe şi reprezintă masa în grame a unei lungimi de fibră sau fir de 1000 m:

$$T_{tex} = \frac{m[g]}{l[1000m]}$$

Denierul reprezintă masa în grame a unui fir sau filament cu lungimea de 9000 m:

$$T_{den} = \frac{m[g]}{l[9000m]}$$

Ca indice indirect al finețiii se foloseşte *numărul metric,* care reprezintă lungimea corespunzătoare unității de masă de fibră/fir/filament.

$$N_m = \frac{l[m]}{m[g]}$$

Între unitățile celor două sisteme de apreciere a finețiii există următoarele relații:

$$T_{tex} \cdot N_m = 1000$$

$$T_{den} \cdot N_m = 9000$$

$$T_{den} = 9_{Ttex}$$

În general, o fibră este considerată microfibră dacă are 1 den sau mai puțin. O fibră de poliester de 1 den are un diametru în jur de 10 mm.

Unitatea tex este utilizată în special în Europa, (împreună cu unitatea decitex, adică masa în grame pe 10 mii de metri), pe când unitatea denier este preferată în

Statele Unite. Texul este frecvent întâlnit şi în domenii ca filtrele de ţigarete, cablurile optice, etc.

În funcţie de fineţea exprimată în tex, se poate calcula diametrul firului cu formula

$$\varnothing = \sqrt{\frac{4 \times 10^{-6} \cdot \mathrm{dtex}}{\pi \rho}}$$

unde `r` este densitatea materialului în grame pe centimetru cub, iar diametrul ∅ rezultă în centimetri.

Desimea ţesăturilor, notată de obicei cu *D*, este indicele prin care se exprimă numărul de fire de urzeală şi respectiv bătătură, pe unitatea de lungime, ca măsură a gradului de fineţe sau de asprime a ţesăturii. În general, aria pe care se stabileşte desimea ţesăturilor este 10 cm^2. Desimea ţesăturilor se exprimă separat pe orizontală şi pe verticală, prin D_O şi D_V.

Acest indice, numit uneori "număr de fire (sau fibre)", în engleză *thread count*, este o caracteristică importantă a ţesăturilor din bumbac, în special a albiturilor din bumbac, rufăriei de pat, prosoapelor, feţelor de masă, etc. În acest context, există însă multe nelămuriri şi confuzii, care pot duce la dezacorduri între două părţi contractante, la nemulţumiri şi plângeri ale cumpărătorilor. Astfel, mulţi producători folosesc acest parametru raportat la unitatea de arie anglo-saxonă "inch pătrat", de fapt la suprafaţa unui pătrat de latura de 1 inch (2,54 cm). Mai nou, se foloseşte varianta "metrică", prin raportare la suprafaţa pătratului de 10 cm^2, adică la suprafaţa unui pătrat cu latura de 3,16 cm ! Iar ceea ce este mai curios (şi neaşteptat pentru cei neavizaţi), cele două valori D_O şi D_V **se adună** (nu se înmulţesc), pentru a da valoarea finală a parametrului "fineţe" (sau desime). De exemplu, o ţesătură de bumbac cu $D_O = 95$ şi $D_V = 85$ va avea $D = 95 + 85 = 180$ dacă este exprimată în unităţi metrice (aceeaşi valoare în unităţi anglo-saxone se va obţine prin împărţire cu 1,25, adică 180/1,25 = 144, factorul 1,25 rezultând din raportul 3,16 / 2,54 între laturile pătratelor).

14 Scări de duritate

Noțiunea de duritate a unui material este în general destul de vag definită. În principiu, există trei sensuri principale ale termenului şi, corespunzător, trei categorii de măsurări ale durității:

- duritate ca rezistență la zgâriere,
- duritate ca rezistență la penetrare (pătrundere, a unui corp rigid şi dur),
- duritate ca destindere (recul) sau duritate dinamică.

Duritatea ca rezistență la zgâriere inresează mai ales în mineralogie. Ea se măsoară pe *scara Mohs*, formată din 10 substanțe minerale aranjate în ordinea crescătoare a durității lor.

Pentru inginerie prezintă interes numai duritatea la penetrare, care se măsoară prin aplicarea, cu o anumită forță, a unui "penetrator" (corp dur, ascuțit) şi apoi măsurarea dimensiunilor amprentei (urmei) sau a adâncimii ei. Pornind de la datele acestei măsurări, se atribuie materialului (de obicei, metal) o anumită duritate, pe una din *scările de duritate* convenționale. Cele mai cunoscute sunt: duritatea *Brinell*, duritatea *Vickers* şi duritatea *Rockwell*. Se mai folosesc şi alte scări de duritate, mai puțin răspândite, ca Shore (pentru materiale plastice), Meyer şi Knoop.

Duritatea dinamică se măsoară cu metoda *Poldi* sau cu aparatul numit *scleroscop* (un ciocan cu vârf de diamant într-un tub de sticlă gradat este lăsat să cadă de la o înălțime cunoscută, iar duritatea se determină în funcție de înălțimea la care revine ciocanul după cădere).

14.1 Scara de duritate Mohs

Duritatea ca rezistență la zgâriere este de prim interes pentru mineralogie. Ea se măsoară prin comparație cu *scara Mohs*, formată din 10 substanțe minerale dispuse în ordinea crescătoare a durității lor.

Este una din metodele uzuale de clasificare a durității unui cristal, concepută în 1812 de Friedrich Mohs (1773 - 1839), profesor de mineralogie la universitatea Joanneum Graz (Austria). Metoda are la bază capacitatea materialelor mai dure de a produce zgârieturi pe suprafața materialelor mai puțin dure.

Mohs a clasificat mineralele pe o scara relativă de la 1 la 10, începând de la cele foarte moi (duritatea 1), până la cele foarte dure (duritatea 10).

Duritatea relativă a unui mineral necunoscut poate fi determinată folosind unul din mineralele etalon din scara Mohs, a cărui duritate se cunoaşte. Mineralul etalon va zgâria orice mineral cu o duritate mai mică decât a sa, respectiv va fi zgâriat de un mineral care are o duritate mai mare pe scara Mohs. Dacă durităţile sunt egale, atunci apar zgârieturi şi pe mineralul etalon şi pe cel încercat.

Scara Mohs		
Duritatea Mohs	Metoda de testare	Mineralul
1	se zgârie foarte uşor cu unghia	talc
2	se zgârie cu unghia	gips
3	se zgârie cu o monedă de cupru	calcit
4	se zgârie uşor cu un cuţit	fluorit
5	se zgârie cu un cuţit (sticlă)	apatit
6	se zgârie cu o pilă	feldspat
7	zgârie sticla	cuarţ
8	zgârie cuarţul şi sticla (hârtia abrazivă)	topaz
9	zgârie topazul şi este zgâriat de diamant	corindon / rubin
10	nu poate fi zgâriat decât tot de un diamant	diamant

De exemplu: dacă mineralul necunoscut nu este zgâriat de calcit (duritatea 3) dar este zgâriat de fluorit (duritatea 4), atunci se poate spune că acesta are o duritate relativă între 3 si 4.

Scara Mohs nu este "liniară", duritatea absoluta a diamantului (10 pe scara Mohs) este de circa 90...300 mai mare decât a rubinului (9 pe scara Mohs) respectiv corindonul/rubinul este de cca 5...6 ori mai dur în valoare absolută decât topazul (8 pe scară).

Duritatea absolută a mineralelor poate fi exprimată pe scara *Rosiwal* sau pe scara *Knoop*. Scara Rosiwal se bazează pe rezistenţa mineralului la abraziune / tăiere: corindonul are duritatea absolută 1000, diamantul 140 000, topazul 175, iar talcul 0,03. Scara Knoop are la bază măsurarea urmei lăsată pe suprafaţa mineralului de un vârf de diamant de formă specială (piramidală), apăsat cu o anumită forţă. Pe această scară diamantul are duritatea absolută 7000, corindonul 1800, topazul 1340, iar talcul 1.

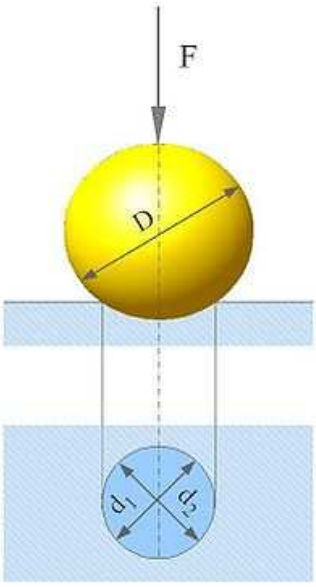
14.2 Scara de duritate Brinell

Testul de duritate Brinell, propus de inginerul suedez Johan August Brinell în 1900, a constituit prima metodă de determinare a durității metalelor, standardizată şi folosită larg în inginerie şi în metalurgie.

Duritatea Brinell se determină prin apăsarea cu o anumită forță a unei bile de oțel dur sau carbură, de diametru specificat (de obicei 10 mm), pe suprafața materialului şi apoi măsurarea diametrului urmei (amprentei) rămase pe material. Duritatea Brinell se obține împărțind forța de apăsare, exprimată în kilograme-forță, la suprafața amprentei, în milimetri pătrați:

$$\mathrm{BHN} = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{(D^2 - d^2)})}$$

unde:
P = forța de apăsare, kgf
D = diametrul penetratorului, mm
d = diametrul mediu al amprentei, mm.



Rezultatul se obține în unități de presiune, dar unitatea de măsură este specificată rareori.

Testul se efectuează cu ajutorul unei maşini, care presează penetratorul cu o forță de 500 kgf sau 1500 kgf în cazul metalelor moi (cupru, alamă, aluminiu etc.) şi de 3000 kgf pentru fier şi oțel.[1] Durata aplicării forței este de obicei 10 sau 15 s. Măsurarea diametrului amprentei se face cu un microscop portabil, incertitudinea de măsurare fiind de regulă de 0,05 mm. Pentru uşurarea determinării, se utilizează tabele de corespondență între diametrul măsurat şi valoarea durității Brinell.

Rezultatul testului trebuie dat cât mai complet, cu specificarea condițiilor de determinare. De exemplu, el poate avea forma

"75 HB 10/500/15"

ceea ce înseamnă: duritate Brinell de 75, obținută cu un penetrator de diametru 10 mm, forță de 500 kg aplicată timp de 15 s.

La determinarea durității unor metale deosebit de dure se folosesc bile din carbură de wolfram.

Dintre metodele uzuale de măsurare a durității, testul Brinell lasă cele mai mari amprente, ceea are avantajul că se face o "medie" a rezultatului pe o suprafață

[1] În domeniul măsurării durității, este uzuală exprimarea forțelor în kilograme-forță (şi nu în unitatea SI, newton); vom respecta şi noi această uzanță.

mai mare, micşorând astfel efectul neomogenităţilor şi granularităţii materialului. În acelaşi timp, testul Brinell are dezavantajul că produce o deformare mai mare a obiectului testat şi practic nu poate fi aplicat la obiecte de dimensiuni mici.

La valori mari ale durităţii Brinell pot apărea de asemenea probleme suplimentare, astfel peste 650BH penetratorul sferic se poate deforma, iar peste BH740 metoda nu mai este practic utilizabilă. La durităţi atât de mari se poate aplica o altă metodă, numită "a ciocanului Poldi", cu ajutorul unui aparat portabil relativ simplu care foloseşte o metodă dinamică de determinare a durităţii. Duritatea unei piese rezultă în funcţie de duritatea cunoscută a unei bare etalon, prin raportul dintre diametrele celor două amprente pe care o bilă le lasă în cele două piese. Cu ajutorul unui dispozitiv bila este presată între cele două piese prin batere cu ciocanul. Metoda este însă cu mult mai puţin precisă decât testul Brinell.

Cateva valori orientative ale durităţii Brinell pentru metale uzuale.

Material	**Duritate**
Aluminiu	15 HB
Cupru	35 HB
Fier moale	120 HB
Oţel inoxidabil	1250 HB
Stică	1550 HB
Oţel dur de scule	1500–1900 HB
Diborură de reniu (material extrem de dur)	4600 HB

14.3 Scara de duritate Vickers

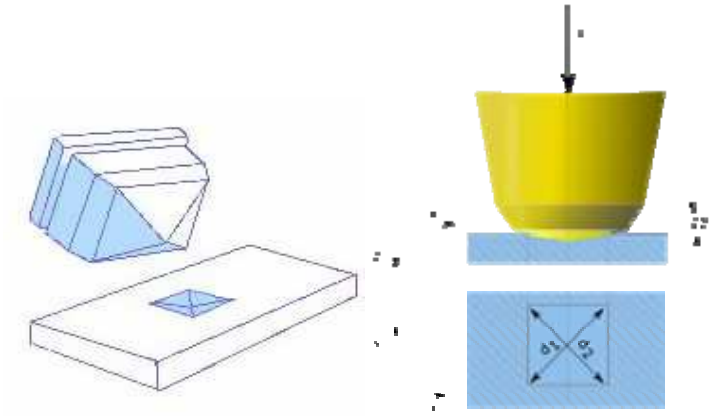
Metoda Vickers constă în apăsarea cu o sarcină F, un timp dat, pe presa de încercat, a unui penetrator piramidal drept, cu baza pătrată, având prescris unghiul la vârf (unghiul dintre feţele opuse ale piramidei este de 136°) şi în măsurarea diagonalei medii d a urmei lăsate pe suprafaţa piesei de încercare, după îndepărtarea sarcinii. Relaţia de calcul este:

$$HV = 1,854\frac{F}{d^2}$$

unde:

F = forţa aplicată, kgf

d = lungimea medie a diagonalelor amprentei, mm



Unghiul de 136° a fost ales deoarece aproximează cel mai bine raportul optim dintre diametrele amprentei şi penetratorului în testul Brinell.

Testul Vickers, elaborat în anii 1920 de inginerii de la firma Vickers, Ltd. din Marea Britanie, a căpătat o recunoaştere şi aplicabilitate largă, mai ales în domeniul cercetării-dezvoltării. Are marele avantaj că permite stabilirea unei scări continue de duritate, pe un domeniu foarte întins (de la materialele cele mai moi, având valori ale HV în jurul lui 5, până la materiale extrem de dure, cu HV de 1500), folosind acelaşi penetrator (care, fiind confecţionat din diamant, practic nu se uzează). În schimb, maşinile de încercat la duritatea Vickers sunt în general mai costisitoare decât cele pentru duritatea Brinell sau Rockwell.

Exemple de valori de duritate Brinell pentru câteva metale:

Material	**Valoare**
Inox 316L	140HV30
Inox 347L	180HV30
Oţel carbon	55–120HV5
Oţel	30–80HV5

14.4 Scara de duritate Rockwell

Încercarea de duritate Rockwell se execută asupra unor categorii largi de metale, valoarea obţinută exprimându-se în funcţie de adâncimea de pătrundere a unui penetrator conic de diamant sau a unui penetrator sferic de oţel (de forme şi dimensiuni standardizate) în piesa de încercat. Deci o primă deosebire faţă de durităţile Brinell şi Vickers este că mărimea primară măsurată este *adâncimea de pătrundere* a penetratorului şi nu dimensiunile amprentei ca la celelalte metode.

Încercarea constă în apăsarea unui penetrator (con de diamant sau bilă de oţel) sub o sarcină iniţială F_0 şi apoi sub o suprasarcină F_1 şi măsurarea adâncimii de pătrundere *e*, după îndepărtarea suprasarcinii, menţinându-se sarcina aplicată iniţial.

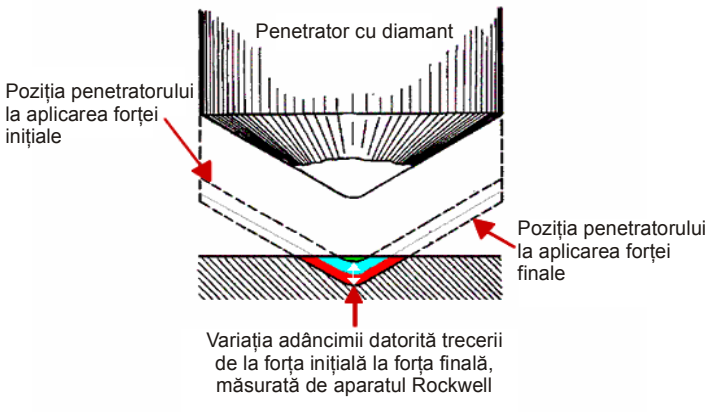
Duritatea Rockwell se calculează pe baza adâncimii de pătrundere *e*, ca diferenţă între o adâncime convenţională *E* şi adâncimea pătrunderii remanente *e* a penetratorului:

$$HR = E - e$$

unde: *E* este o constantă (o mărime convenţională);
e – adâncimea remanentă de pătrundere.

Există cca. 30 de scări de duritate Rockwell, în funcţie de forma şi mărimea penetratorului, forţa aplicată etc., cele mai uzuale fiind rezumate în următorul tabel:

Scara	Penetrator	Sarcina iniţială F_0, kgf	Supra-sarcina F_1, kgf	Sarcina totală *F*, kgf	Valoarea lui *E*
A	Con de diamant	10	50	60	100
B	Bilă de oţel 0,16 mm	10	90	100	130
C	Con de diamant	10	140	150	100
D	Con de diamant	10	90	100	100
E	Bilă de oţel 0,32 mm	10	90	100	130
F	Bilă de oţel 0,16 mm	10	50	60	130
G	Bilă de oţel 0,16 mm	10	140	150	130
H	Bilă de oţel 0,32 mm	10	50	60	130
K	Bilă de oţel 0,32 mm	10	140	150	130
L	Bilă de oţel 0,63 mm	10	50	60	130
M	Bilă de oţel 0,63 mm	10	90	100	130
P	Bilă de oţel 0,63 mm	10	140	150	130
R	Bilă de oţel 1,27 mm	10	50	60	130
S	Bilă de oţel 1,27 mm	10	90	100	130
V	Bilă de oţel 1,27 mm	10	140	150	130


Penetrator cu diamant
Poziția penetratorului la aplicarea forței inițiale
Poziția penetratorului la aplicarea forței finale
Variația adâncimii datorită trecerii de la forța inițială la forța finală, măsurată de aparatul Rockwell

Majoritatea încercărilor de duritate Rockwell se fac conform scărilor C şi B. Notația valorilor de duritate în aceste cazuri este următoarea:

HRC – când penetratorul este con de diamant;

HRB – când penetratorul este o bilă de oțel de diametru 0,16 mm.

Încercarea se execută prin apăsarea penetratorului în material în trei faze.

- în prima fază piesa de încercat se aduce în contact cu penetratorul, apăsându-se asupra piesei cu o sarcină inițială F_0;

- asupra penetratorului se aplică suprasarcina F_1, penetratorul pătrunzând adânc în piesă, deformând plastic şi elastic materialul;

- se îndepărtează suprasarcina F_1 şi penetratorul se ridică până într-o poziție corespunzătoare deformațiilor plastice din material.

Pentru încercarea de duritate Rockwell sunt folosite aparate specializate (maşini de încercat la duritate). La noi în țară încă se utilizează şi aparatele produse de fabrica "Balanța" Sibiu, cu ciclul de încărcare automatizat şi sarcinile de încercare de 100 şi de 130 kgf, corespunzător încercării Rockwell B sau C. Aparatul este prevăzut cu un micrometru, cu diviziuni de la 1 la 100, gradat direct în unități de duritate Rockwell. Rezultatul este un număr fără dimensiuni, diferit în funcție de scara adoptată.

Notația uzuală a durității Rockwell este "valoareaHRX", unde X denotă scara. De exemplu, 65HRB înseamnă duritate Rockwell 65 pe scara B.

Ideea durității Rockwell datează din 1908 (Ludwig din Viena), dar metoda a fost patentată de Hugh M. Rockwell (1890-1957) şi Stanley P. Rockwell (1886-1940) din Connecticut, în 1914 şi perfecționată tot de ei în 1919.

Marele avantaj al metodei Rockwell este citirea directă a valorii durității, pe care aparatul afişează, fără a mai fi nevoie de calcule suplimentare. În acest fel, metoda este rapidă şi în acelaşi timp suficient de precisă pentru majoritatea aplicațiilor industriale, iar instalarea şi exploatarea aparatului sunt simple şi costurile relativ reduse..

Valorile sub HRC20 sunt considerate în general incerte, şi de asemenea cele peste HRB100.

Câteva valori tipice:
- oţel foarte dur (ex. lamă de cuţit de calitate superioară) HRC55...HRC62;
- oţel pentru dălţi, topoare HRC40...HRC45.

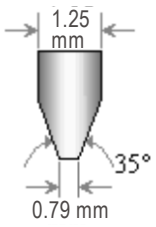
14.5 Scara de duritate Shore

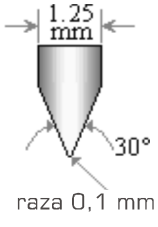
Se foloseşte pentru caracterizarea rezistenţei la pătrundere a unui penetrator în materiale plastice (materiale polimerice, PVC, polietilene, cauciucuri etc.).

Penetratorul este conic, iar scara se întinde de la valoarea 0 (penetrare totală) la 100 (penetrare nulă). Cursa penetratorului este de cca. 2,5 mm.

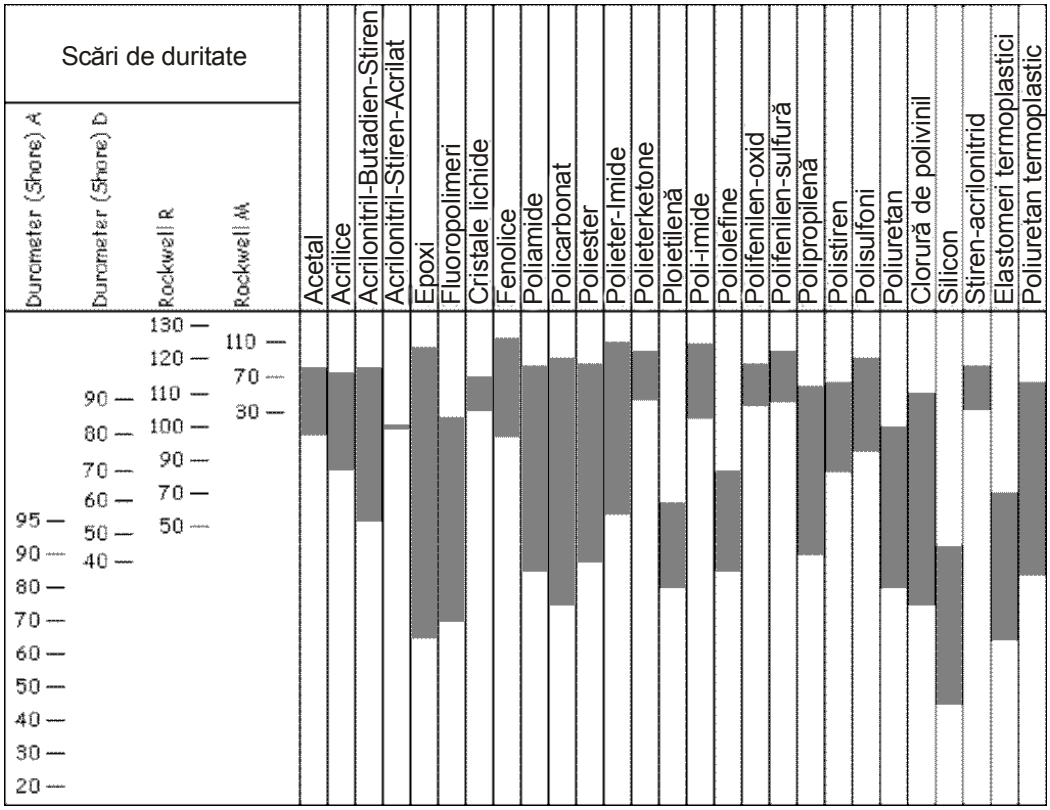
Sunt uzuale două forme ale penetratorului, care dau naştere la două scări diferite, scara A şi scara B (v. figura).

Durometrul A se foloseşte la materiale la care durometrul D indică rezultate sub 20. La durometrul A rezultatele sub 10 se consideră inexacte. Uneori se raportează şi durata testului până la citire (dacă aceasta nu este specificată, citirea se face rapid, în timp de max. 1 s).

Duro-metru	Domeniu de utilizare	Penetrator
A	Pentru materiale mai moi	

Duro-metru	Domeniu de utilizare	Penetrator
D	Pentru materiale mai dure	

În tabelul de mai jos sunt date domeniile da valori uzuale ale durităţii Shore, pentru câteva materiale plastice comune.



14.6 Comparație între scările de duritate

În tabelul următor sunt date echivalențele (aproximative) dintre scările de duritate cel mai des folosite.

Brinell Ø 10 3000 kg	**Vickers 120 kg**	**Rockwell C 120° 150 kg**	**Rockwell B Ø 0,16 100 kg**
800	-	72	-
780	1220	71	-
760	1170	70	-
745	1114	68	-
725	1060	67	-
712	1021	66	-
682	940	65	-
668	905	64	-
652	867	63	-
626	803	62	-

614	775	61	-
601	746	60	-
590	727	59	-
576	694	57	-
552	649	56	-
545	639	55	-
529	606	54	-
514	587	53	120
502	565	52	119
495	551	51	119
477	534	49	118
461	502	48	117
451	489	47	117
444	474	46	116
427	460	45	115
415	435	44	115
401	423	43	114
388	401	42	114
375	390	41	113
370	385	40	112
362	380	39	111
351	361	38	111
346	352	37	110
341	344	37	110
331	335	36	109
323	320	35	109
311	312	34	108
301	305	33	107
293	291	32	106
285	285	31	105
276	278	30	105
269	272	29	104
261	261	28	103
258	258	27	102
249	250	25	101
245	246	24	100
240	240	23	99

Brinell Ø 10 3000 kg	**Vickers 120 kg**	**Rockwell C 120° 150 kg**	**Rockwell B Ø 0,16 100 kg**
237	235	23	99
229	226	22	98
224	221	21	97
217	217	20	96
211	213	19	95
206	209	18	94
203	201	17	94
200	199	16	93
196	197	15	92
191	190	14	92
187	186	13	91
185	184	12	91
183	183	11	90
180	177	10	89
175	174	9	88
170	191	7	87
167	168	6	87
165	165	5	86
163	162	4	85
160	159	3	84
156	154	2	83
154	152	1	82
152	150	-	82
150	149	-	81
147	147	-	80
145	146	-	79
143	144	-	79
141	142	-	78
140	141	-	77
135	135	-	75
130	130	-	72
114	120	-	67
105	110	-	62

15 Rugozitatea suprafeţelor

Rugozitatea sau asperitatea este o noţiune care defineşte neregularităţile unei suprafeţe, adică gradul ei de netezime. Presupunând că suprafaţa este orizontală, rugozitatea se exprimă cantitativ prin abaterile pe verticală ale suprafeţei respective faţă de forma ei ideală (plană, cilindrică, sferică sau altă formă geometrică regulată). Dacă aceste abateri sunt relativ mari, suprafaţa este mai rugoasă, iar în caz contrar ea este mai puţin rugoasă (mai netedă).

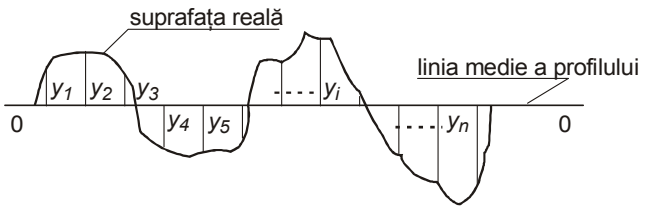
În mod obişnuit, conceptul de rugozitate se referă numai la componenta de "înaltă frecvenţă" (sau de "lungime de undă scurtă") a abaterilor suprafeţei, celelalte componente fiind încadrate în noţiunea mai largă a altor abateri de formă (ondulaţii, "valuri", neregularităţi diverse etc.).

În inginerie, rugozitatea joacă un rol important pentru caracterizarea modului de interacţiune a unui obiect cu mediul înconjurător. Rugozitatea mare a unei suprafeţe înseamnă în general un coeficient de frecare mai ridicat, o uzură mai rapidă şi, uneori, o coroziune mai timpurie, iar rugozitate mică înseamnă aspect mai plăcut. Pe de altă parte, obţinerea unei rugozităţi mai mici implică cheltuieli de producţie crescute şi, ca urmare, alegerea unei rugozităţi optime este deseori o chestiune de compromis performanţă-cost.

15.1 Exprimarea rugozităţii

Rugozitatea poate fi dată prin diverse mărimi specifice. Două dintre cele mai importante sunt: *valoarea medie a rugozităţii*, R_a, ca medie aritmetică a valorilor deviaţiei de la profilul mediu, pe întreaga lungime măsurată, şi *adâncimea de rugozitate*, R_t, ca diferenţă măsurată între cel mai înalt punct şi cel mai adânc punct al suprafeţei:

$$R_a = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}|y_i|$$



unde y_i sunt valorile abaterilor suprafeţei reale faţă de suprafaţa ideală de referinţă, iar i este numărul de eşantioane;

$$R_t = \max y_i - \min y_i$$

Frecvent se foloseşte media valorilor R_t pe o lungime dată:

$$R_z = \frac{1}{s}\sum_{i=1}^{s}R_{ti}$$

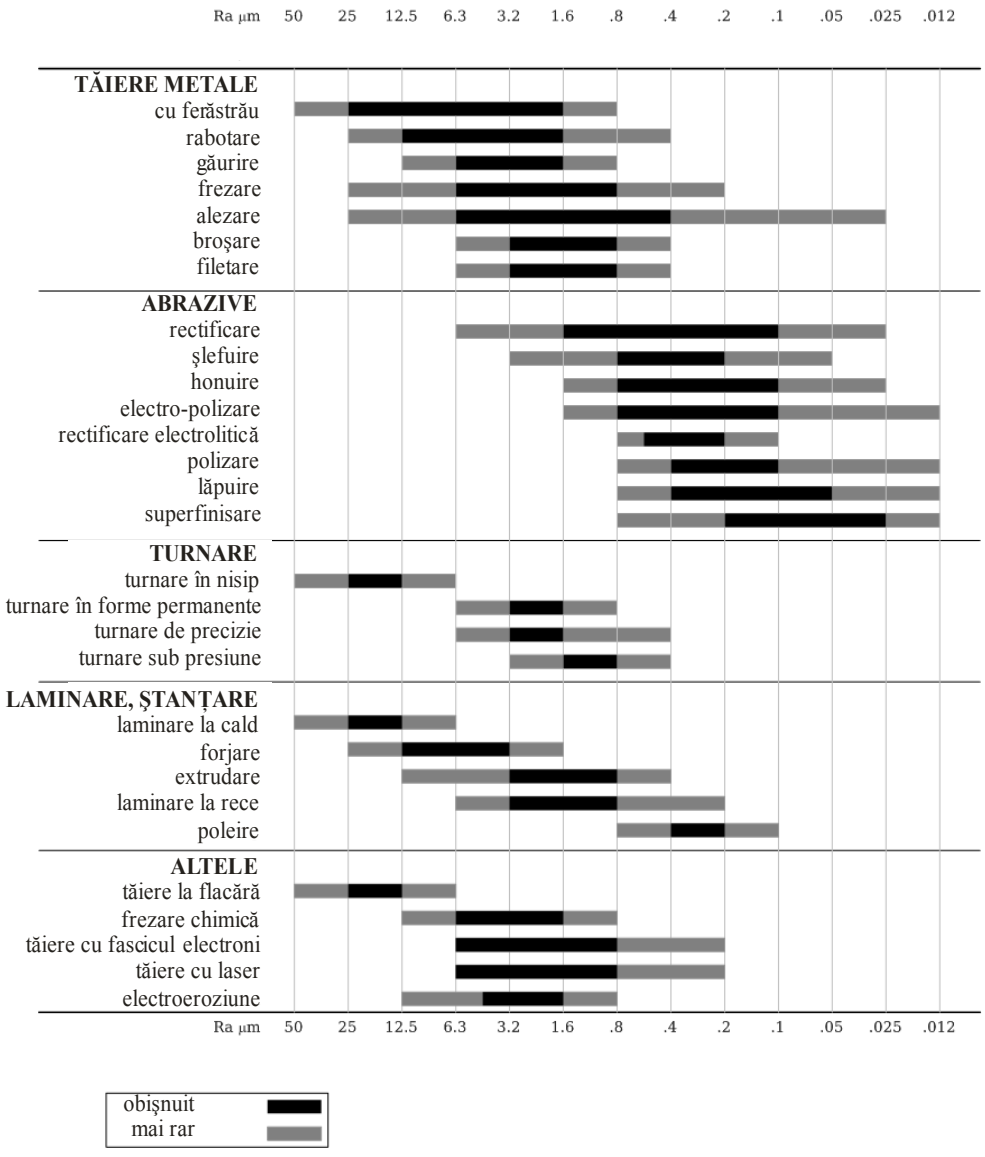
unde y_i sunt valorile abaterilor suprafeţei reale faţă de suprafaţa ideală de referinţă, iar s este numărul de eşantioane.

În general, rugozitatea este desemnată prin simbolul R, urmat de un indice literal pentru a preciza varianta utilizată în calcul, de ex. R_a, R_{max}, R_t, R_z, R_{pm}, R_y.

În toate cazurile, unitatea de măsură a rugozității este micrometrul (μm).

Întrucât prin această exprimare concisă întreaga informație despre rugozitate se reduce la un singur număr, trebuie acordată o oarecare grijă la interpretarea ei (ţinând seama de modul de calcul şi de măsurare, etc.).

În tabelul următor sunt indicate plajele de valori ale rugozității R_a care se pot obține prin diverse procedee uzuale de prelucrare a metalelor.

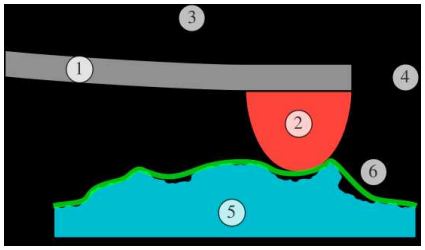


15.2 Măsurarea rugozităţii

În trecut, rugozitatea era apreciată manual, prin comparaţie cu mostre etalon de rugozitate. Apoi s-a trecut la aşa-numitele profilometre, care "palpează" suprafaţa şi ridică profilul (traseul) suprafeţei. Reprezentată grafic la scară, pe o hârtie milimetrică, curba rezultată era analizată de un lucrător cu experienţă care plasa "linia mediană" şi estima valoarea rugozităţii.

Astăzi întreaga operaţie se face automat, utilizând metode statistice aplicate unui calculator, sau un aparat specializat (rugozimetru) care afişează direct valorile dorite ale parametrilor de rugozitate.

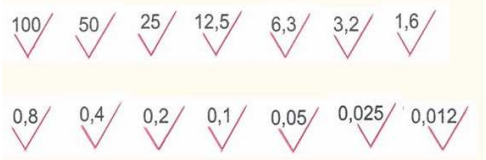
Metodele de măsurare a rugozităţii se împart în metode cu contact (cu palpator mecanic) şi metode fără contact (optice, magnetice, cu radiaţii etc.)



Palpatorul rugozimetrului cu contact mecanic arată ca în figura alăturată, unde în vârful pârghiei 1 un palpator mic 2 urmăreşte un traseu orizontal 3 pe suprafaţa corpului 5 a cărui rugozitate se măsoară. Pârghia execută o mişcare pe verticala 4, şi ca rezultat este înregistrată curba 6 a "profilului".

În figurile următoare sunt redate două exemple de rugozimetre (profilometre), unul portabil, pentru măsurări rapide în ateliere sau în producţie, şi altul de laborator, mai performant. Ambele măsoară şi afişează direct valorile parametrilor în micrometri: primul măsoară R_a între 0,03 şi 6,35 µm şi R_z între 0,2 şi 23,5 µm, cu eroare maximă de 0,01 µm, iar al doilea măsoară un număr de peste 10 parametri de rugozitate.

Notarea rugozităţii pe desenele tehnice se face cu simbolurile următoare (în trecut, cifrele erau figurate în triunghiuri), valorile reprezentând R_a în micrometri):



16 Scări seismice

Severitatea un cutremur este descrisă prin doi parametri, care deseori sunt confundați între ei: *magnitudinea* (amploarea) şi *intensitatea*. Aceşti doi termeni au definiții şi semnificații diferite.

Magnitudinea, de obicei desemnată cu o cifră arabă, caracterizează mărimea unui cutremur prin măsurarea indirectă a energiei eliberate.

Intensitatea, de obicei exprimată printr-o cifră romană, este o caracteristică a efectelor locale şi a daunelor potențiale produse de un cutremur de pe suprafața Pământului, care pot afecta oameni, animale, structuri naturale şi obiecte.

În mod ideal, orice cutremur ar putea fi descris de un singur parametru, magnitudinea, dar în acelaşi timp de mai multe intensități, care variază cu distanța față de epicentru şi condițiile locale de sol.

Charles Richter, creatorul scării Richter, făcea următoarea comparație între efectele unui cutremur şi propagarea undelor radio: "Îmi place să folosesc analogia cu transmisiile radio. Magnitudinea unui seism pe scara Richter este similară cu puterea de ieşire, în kilowați, a unui post de radioemisie, pe când intensitatea locală pe scara Mercalli este comparabilă cu nivelul semnalului la un radioreceptor situat într-un anumit punct. Intensitatea, la fel ca nivelul semnalului radio, descreşte cu distanța de la sursă, dar depinde şi de condițiile locale precum şi de calea de la sursă la punctul considerat".

16.1 Scara de magnitudini Richter

Scara de **magnitudini Richter** (stabilită în 1935 de Charles Richter, în colaborare cu Beno Gutenberg, ambii de la "California Institute of Technology", pentru un scop de interes mai restrâns, şi anume în cadrul unui studiu al cutremurelor din zona Californiei, spre a departaja mai uşor cutremurele majore de cele de importanță mai mică) atribuie un număr unic pentru a cuantifica energia seismică eliberată de un cutremur, pe o scară logaritmică cu baza 10 obținută în funcție de amplitudinea maximă indicată de un seismometru cu torsiune Wood-Anderson. Formula de calcul este

$$M_L = \log_{10} A - \log_{10} A_0 \, D$$

unde A este amplitudinea indicată de seismometru, D e distanța până la epicentru iar constanta A_0 se calculează în funcție de indicațiile a cel puțin trei seismometre situate în puncte diferite.

Datorită scării logaritmice, amplitudinea creşte de 10 ori dacă magnitudinea creşte cu o unitate (de exemplu, de la 4 la 5). În acelaşi timp, energia seismului va creşte de 31,6 ori ($10^{3/2}$), iar la o mărire a magnitudinii cu două grade energia va creşte de 1000 de ori.

Calitativ, scara Richter ar putea fi descrisă în modul următor:

- Magnitudine 1-2: În mod normal nu este simţit.
- Magnitudine 3-4: Este simţit adeseori, dar nu provoacă daune materiale.
- Magnitudine 5: Cutremur moderat. Este simţit de aproape toată lumea. Mici daune la clădirile din apropierea epicentrului.
- Magnitudine 6: Cutremur puternic. Clădirile care nu sunt rezistente se distrug pe o rază de câţiva kilometri de la epicentru.
- Magnitudine 7: Cutremur major. Cauzează multe daune importante pe câteva sute de kilometri de la epicentru.
- Magnitudine 8: Cutremur gigant. Există multe daune materiale, numeroase decese şi mulţi răniţi pe sute de kilometri.
- Magnitudine 9: Super-cutremur. Foarte rar. Distruge tot sau aproape tot atât în zona epicentrului cât şi pe o rază de mii de kilometri în jurul acestuia.

16.2 Scara de intensităţi Mercalli

Pe de altă parte, pentru a exprima **intensitatea** există actualmente mai multe scări, dintre care cele mai cunoscute sunt: scara Mercalli modificată elaborată şi aplicată mai ales în Statele Unite, scara Macroseismică Europeană (EMS-94) originară din Europa şi scara Shindo folosită în Japonia, precum şi alte scări ca MSK-64 utilizată în India, Israel, Rusia, sau scara "Liedu" (GB/T 17742-1999) utilizată în China. Toate acestea au 12 grade de intensitate, notate cu cifrele romane de la I la XII, şi dau valori destul de apropiate între ele, în funcţie de detalierea efectelor pe care le iau în considerare.

Scara de intensităţi Mercalli, inventată de seismologul italian *Giuseppe Mercalli*, este o scară care stabileşte intensitatea unui cutremur pe baza observaţiilor personale, subiective, din timpul cutremurului. Intensitatea seismelor se apreciază după gravitatea distrugerii clădirilor, construcţiilor, după tipul şi amploarea deformărilor suprafeţei terestre şi după reacţiile populaţiei la şocul seismic.

Efectele şocului se diminuează cu creşterea distanţei faţă de epicentru.

Cea mai utilizată scară de intensitate este scara Mercalli Modificată CMMD (sau MM). În tabelul următor sunt prezentate, ca exemplificare, câteva caracteristici ale unor cutremure de diferite intensităţi; sunt date, corelaţiile lor cu magnitudinile aproximative şi, estimativ, frecvenţa lor în lume (numărul mediu de seisme pe o zi sau pe un an, pe baza statisticilor înregistrate în ultimul secol).

Intensitate (pe scara Mercalli)	Descriere	Magnitudine (Richter)	Frecvența
I – Instrumental	Nu este simțit, păsări şi animale neliniştite, înregistrat de aparate.	1…2	Peste 8000 zilnic
II – Slab sesizabil	Este simțit numai de către puține persoane, care se găsesc în repaus.	2…3	≈ 1000 zilnic
III – Perceptibil	Este simțit de către unele persoane din interiorul clădirilor.	3…4	≈ 40 000 anual
IV – Moderat	Este simțit de către mai multe persoane din interiorul clădirilor şi de unele aflate în exterior.	≈ 4	
V – Serios	Simțit de către aproape de toată lumea, mulți sunt sculați din somn.	4…5	≈ 5000 anual
VI - Puternic	Este simțit puternic, mulți se sperie şi fug din locuințe, unele mobile grele se deplasează.	5…6	≈ 800 anual
VII – Foarte puternic	Oamenii părăsesc locuințele. Simțit şi de persoanele aflate la volan. Stricăciuni în clădiri.	≈ 6	
VIII – Distructiv	Casele se deplasează pe fundațiile lor, pereții uşori sunt aruncați în afară sau se prăbuşesc.	6…7	≈ 120 anual
IX – Ruinător	Panică generală, stricăciuni considerabile şi în structuri special construite. Crăpături în teren.	≈ **7**	
X – Dezastruos	Sunt distruse cele mai multe structuri din cărămidă. Mari alunecări de teren.	7…8	≈ 15 anual
XI – Foarte dezastruos	Puține clădiri din cărămidă rămân în picioare. Poduri distruse. Şine de cale ferată îndoite puternic.	≈ 8	
XII - Catastrofal	Distrugerea este aproape totală. Obiectele sunt azvârlite în sus. Au loc modificări ale reliefului.	Peste 8	Unul la 1-2 ani

După cum rezultă şi din tabel, marile cutremure au loc în medie aproape în fiecare an, în diferite zone ale pământului. Cel mai mare cutremur din ultimele decenii a fost cel din Chile, la 22 mai 1960, cu o magnitudine de 9,5.

17 Aprecierea vitezei vântului. Scara Beaufort

Distribuţia neuniformă a temperaturii şi presiunii atmosferice pe faţa Pământului dă naştere vântului, o mişcare a aerului de la zone cu temperaturi joase şi presiuni mari spre zone cu temperaturi înalte şi presiuni mici.

Cunoaşterea direcţiei şi vitezei vântului este de mare însemnătate pentru navigaţia marină şi aeriană, pentru meteorologie şi agricultură şi, mai ales în ultimul timp, pentru folosirea vântului ca sursă de energie. Direcţia vântului se determină cu un aparat numit *giruetă*, iar viteza lui cu o familie de aparate diverse numit *anemometre*.

Viteza vântului se exprimă în unitatea SI metru pe secundă, sau în kilometri pe oră. Este însă răspândită, mai ales în marină, aeronautică şi meteorologie, şi exprimarea în grade *Beaufort,* în conformitate cu scara de viteze ale vântului stabilită în 1805 de Francis Beaufort, un amiral şi hidrograf englez de origine irlandeză. Scara Beaufort are 13 trepte sau grade, de la gradul 0 la gradul 12. Ea a fost creată iniţial ca o scară empirică, bazată pe efecte ale vântului, destinată în special marinarilor: la gradul zero al scării Beaufort, toate pânzele corăbiei trebuiau să fie ridicate, la gradul şase ele trebuia coborâte la jumătate iar de la gradul zece în sus nu se mai putea naviga cu pânze, ele trebuia coborâte complet.

Ulterior, scara Beaufort a fost standardizată, căpătând o bază mai obiectivă, şi anume prin stabilirea unei formule de legătură între viteza vântului şi gradul Beaufort:

$$v = 0{,}836\, B^{3/2}\ \text{[m/s]}$$

unde v este viteza echivalentă la altitudinea de 10 m deasupra suprafeţei apei (mării, oceanului) şi B este gradul Beaufort. De exemplu, $B = 9$ semnifică o viteză a vântului de 24,5 m/s.

S-a constatat mai târziu că cele mai puternice uragane ar fi corespuns unor grade Beaufort cu mult peste 12. În consecinţă, scara Beaufort a fost extinsă până la gradul 16, însă această formă extinsă nu a căpătat o utilizare largă. În locul ei, au fost introduse şi alte scări de viteză a vântului, cum ar fi scările "Fujita" şi "Torro", folosite mai ales în unele ţări asiatice.

Scara Beaufort utilizată în prezent poate fi caracterizată după cum se arată în tabelul următor.

Grad Beaufort	Descriere	Condiții	Viteză vânt
0	Calm	Frunzele nu se mişcă. Fumul se înalță vertical.	<2 km/h
1	Vânt perceptibil	Frunzele nu se mişcă. Mişcarea aerului e vizibilă doar la fum.	3,6-5 km/h
2	Vânt foarte uşor	Frunzele se mişcă. Simțim adierea vântului pe față.	7-11 km/h
3	Vânt uşor	Frunzele şi rămurelele mici sunt în mişcare continuă, de mică amplitudine.	11- 20 km/h
4	Vânt moderat	Praful şi hârtiile de pe jos se ridică. Crengile copacilor sunt în mişcare continuă.	22-29 km/h
5	Vânt semnificativ	Ramurile mici ale copacilor se mişcă. Steagurile flutură.	31-36 km/h
6	Vânt puternic	Crengile mari ale copacilor se mişcă. Folosirea unei umbrele devine dificilă.	40-50 km/h
7	Vânt foarte puternic	Copacii se mişcă cu toată tulpina. E nevoie de efort pentru a merge contra vântului.	52-61 km/h
8	Vânt extrem de puternic	Se rup rămurele din coroana arborilor. Maşinile îşi pierd direcția pe drum.	63-72 km/h
9	Început de furtună	Cad crengi din copaci. Structurile sunt uşor afectate.	76-86 km/h
10	Furtună	Copacii sunt scoşi din rădăcină. La clădiri se produc daune ale structurilor.	88-101 km/h
11	Furtună violentă	Daunele asupra clădirilor sunt produse pe scară largă.	104-115 km/h
12	Uragan	Daune severe şi extinse (copaci, clădiri).	□³ 119 km/h

În majoritatea statelor din lume, la un vânt de grad 6...7 se emite o avertizare meteorologică de vânt puternic (în special pentru vehicule), iar la un vânt de grad 8...9 avertizarea este mai severă, anunţând furtună, vijelie sau uragan.

În ţara noastră cea mai mare frecvenţă o au vânturile care se înscriu în primele cinci grade ale scării Beaufort. Dar în condiţii deosebite (deplasarea deasupra teritoriului a unor centre barice, trecerea unor fronturi atmosferice) se pot întâlni şi vânturi a căror viteză se înscrie chiar pe treptele superioare ale scării Beaufort. Astfel, s-au întâlnit viteze maxime ale vântului care au depăşit 9...10 grade Beaufort în Moldova sau în Dobrogea. Pe culmile munţilor, viteza vântului poate atinge deseori gradele Beaufort 11....12.

Viteza vântului are o mare influenţă asupra senzaţiei de cald sau de frig (temperatura "subiectivă") pe care o resimte corpul uman. Astfel, un vânt care suflă constant cu numai 5 m/s poate atenua temperatura "subiectivă" a aerului într-o zi de vară de la 30 la 22...23 °C, iar în timpul iernii este suficient ca vântul să sufle cu 3...4 m/s pentru ca în loc de –5 °C să simţim un frig de –15... –10 °C.

18 Presiunea atmosferică

Presiunea atmosferică este forța cu care apasă o coloană de aer cu secțiunea unitară, înaltă până la limita superioară a atmosferei. Presiunea atmosferică se măsoară cu unitatea SI "pascal" sau unitatea tolerată "milibar", dar frecvent ea este exprimată în milimetri coloană de mercur.

Faptul că oamenii au în componența organismului şi aer duce la un echilibru între presiunea interioară din corp şi cea exterioară. De aceea, nu suntem pur şi simplu striviți de greutatea aerului atmosferic, deşi el apasă pe fiecare centimetru pătrat al corpului nostru cu o forță egală cu aprox. 1 kgf.

Straturile superioare exercită o presiune asupra celor inferioare cu atât mai mare, cu cât straturile de aer respective sunt mai aproape de Pământ. Deci presiunea atmosferică scade cu altitudinea (ca urmare a reducerii stratului de aer de deasupra).

18.1 Variația presiunii atmosferice cu altitudinea

Pentru a calcula valoarea presiunii atmosferice în funcție de altitudine există mai multe formule, dintre care următoarea poate fi folosită pentru altitudini nu foarte mari (până la 2...3 km):

$$P = P_0 \cdot \exp\left(\frac{-g_0 M h}{RT}\right)$$

unde:

P = presiunea la altitudinea h
P_0 = presiunea la nivelul mării
g_0 = accelerația gravitațională standard: 9,80665 m/s^2
M = masa molară a aerului: 28,9644 g/mol
h = altitudinea față de nivelul mării, în metri
R = constanta universală a gazelor: 8314 N·m / (kmol·K)
T = temperatura absolută, în kelvini

Formula se mai poate simplifica astfel:

$$P \approx P_0\left(1 - \frac{g_0 M h}{RT}\right) \approx P_0\left(1 - 0,0001138h\right)$$

unde au fost introduse valorile numerice ale constantelor de mai sus, iar pentru temperatura absolută T s-a luat valoarea medie de 300 K.

De aici rezultă, pentru o valoare obişnuită de 1000 mbar a lui P_0, că presiunea atmosferică scade în medie cu 11...12 mbar la creşterea altitudinii cu 100 m (la altitudini mici, până la 1000 m).

În tabelul următor sunt exemplificate valorile tipice ale presiunii atmosferice şi ale temperaturii la altitudini de până la 6000 m, împreună ca valorile de temperatură.

Înălţimea (m)	Temperatura (^oC)	Presiunea (mbar)	Presiunea (mmHg)
0	+15,0	1013,2	759,9
1000	+8,5	898,8	574,1
2000	+2,0	797,9	598,4
3000	–5,4	701,0	525,8
4000	–11,0	616,4	462,3
5000	–17,5	540,1	405,2
6000	–24,0	471,7	353,8

Un efect important al scăderii presiunii atmosferice o dată cu creşterea altitudinii îl constituie scăderea punctului de fierbere a apei. La o altitudine de 5000 m, de exemplu, apa va fierbe la o temperatură de numai 85°C. De aceea, la altitudini de peste 1200...1500 m trebuie să se ţină seama de această scădere a temperaturii de fierbere, prelungind durata de fierbere a alimentelor (de exemplu, pentru a găti un ou fiert la munte, durata trebuie prelungită în mod corespunzător).

Presiunea atmosferică, în afara variaţiilor în funcţie de altitudine, mai prezintă şi variaţii diurne şi anuale. Pentru ţara noastră, apar atât vara cât şi iarna două perioade de maxim şi două de minim barometric pe zi. Luând ca lună reprezentativă pentru perioada de vară luna iulie, se remarcă maximele barometrice diurne la orele 4:00 şi 17:00, iar minimele la orele 9:00 şi 14:00. Pentru anotimpul de iarnă, în luna ianuarie, de exemplu, maximele barometrice apar la orele 5:00 şi 14:00, iar minimele la orele 10:00 şi 22:00.

Variaţiile anuale ale presiunii atmosferice în ţara noastră, care are un climat continental-temperat, prezintă un maxim barometric în anotimpul de iarnă şi un minim în anotimpul călduros.

18.2 Presiunea atmosferică normală (standard)

Atmosfera normală sau standard (simbol atm) este o unitate de presiune, definită ca egală cu 101 325 kPa. Exprimată în unităţi în afara SI, ea este egală cu 760 mmHg (torr), 29,92 inHg, 14,696 PSI sau 1013,25 mbar. Unitatea "atmosferă

standard" este utilizată în pneumatica fluidelor (ISO R554), industriile aerospațiale (ISO 2533) şi petrolieră (ISO 5024). Există însă şi alte definiții, ca de exemplu cea utilizată în tehnica aerului condiționat, unde temperatura de referință este considerată la 0 °C, sau în industria gazului natural, unde referința se ia la 15,6 °C.

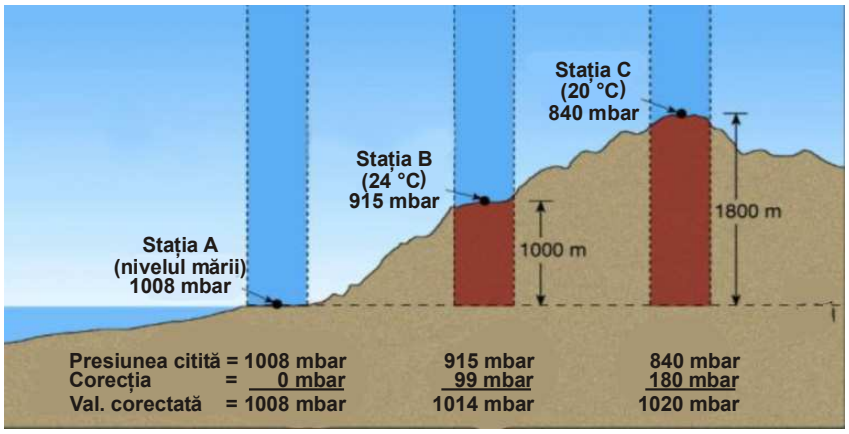
18.3 Presiunea atmosferică relativă

În meteorologie se vorbeşte curent despre două tipuri de presiuni atmosferice, cea absolută şi cea relativă.

Presiunea atmosferică absolută este valoarea determinată cu un instrument adecvat, de regulă numit barometru, la locul şi la data măsurării, fără vreo corecție de altitudine.

Presiunea atmosferică relativă derivă din presiunea atmosferică absolută prin aceea că este raportată la altitudinea nivelului mării, aplicând o corecție, conform formulei date la 18.1 pentru dependența presiunii atmosferice de înălțimea locului.

Corecția este ilustrată în figura alăturată, unde sunt date ca exemplu presiunile absolute "citite" la trei locuri de observare (stațiile A, B şi C), aflate la altitudini diferite şi valorile corectate corespunzătoare (presiunile relative).



Presiunea relativă, numită şi "presiune medie la nivelul mării" sau MSLP (*mean sea level pressure*) este de fapt valoarea care are o semnificație precisă pentru mersul vremii, independentă de altitudinea observației. În felul acesta valorile presiunii atmosferice înregistrate în locuri diferite, aflate la altitudini diferite, devin comparabile între ele, permițând de exemplu alcătuirea hărților izobarice sau urmărirea fluctuațiilor presiunii atmosferice într-o zonă mai întinsă. Aceasta este valoarea dată totdeauna în buletinele meteorologice de la radio, televiziune sau din ziare şi numai astfel noțiunile de "presiune înaltă" şi "presiune scăzută" vor fi independente de amplasarea geografică.

Dacă aveți un barometru acasă (de exactitate adecvată) el va indica numai valoarea presiunii atmosferice la locul unde este situat, deci a presiunii atmosferice

absolute. El poate fi transformat în barometru propriu-zis, care să indice presiunea atmosferică relativă, prin calibrare, de exemplu comparând indicaţia lui cu cea din buletinele meteo locale. O dată efectuată această calibrare, ea nu mai trebuie repetată, fiind valabilă un timp îndelungat, cu condiţia ca locul de amplasare să nu fie modificat.

În această ordine de idei, este interesant de observat aici că orice aparat care măsoară presiunea atmosferică poate fi utilizat fie ca *barometru*, fie ca *altimetru*. Dacă el este calibrat aşa cum s-a arătat în alineatul precedent, el devine un barometru. Dacă însă el este gradat în metri şi calibrat ca atare, el poate fi folosit ca altimetru, deci ca aparat de măsurat altitudinea (înălţimea), având în vedere că variaţia presiunii atmosferice cu altitudinea este mult mai pronunţată decât fluctuaţiile sezoniere şi diurne ale presiunii atmosferice. Oricum, altimetrele uzuale nu au exactităţi foarte ridicate, dar pot pune în evidenţă uşor diferenţe de nivel de ordinul zecilor sau sutelor de metri (altimetrele din avioane sunt de acest tip, precum şi altele de uz curent, folosite de automobilişti, turişti montani etc.).

19 Umiditatea. Unități, definiții

Umiditatea înseamnă conținut de apă. Din punctul de vedere al modului de exprimare şi de măsurare trebuie deosebite, de la bun început, *umiditatea gazelor* (în primul rând, umiditatea aerului) şi *umiditatea solidelor*. Este interesant că, datorită deosebirilor mari dintre aceste două concepte, în limba engleză există chiar doi termeni diferiți: "humidity" se referă la umiditatea aerului, pe când "moisture" la umiditatea materialelor solide.

Umiditatea aerului interesează mai ales în meteorologie, medicină şi sănătate, construcții, condiționarea aerului. Ea se măsoară cu aparate numite higrometre.

Umiditatea solidelor intervine în domenii ca agricultura, industria alimentară şi textilă, industria lemnului, a hârtiei şi a tutunului, etc. Ea se măsoară cu aparate numite umidimetre (sau umidometre).

19.1 Umiditatea aerului

Conținutul de vapori de apă în aer, sau umiditatea aerului, se exprimă ca *umiditate absolută* sau ca *umiditate relativă*.

Umiditatea absolută reprezintă masa de valori de apă raportată la masa de aer, ambele exprimate în aceleaşi unități de măsură (de ex. kg/kg).

Umiditatea relativă este raportul, exprimat de obicei în procente, între presiunea parțială a vaporilor de apă dintr-o cantitate dată de aer şi presiunea vaporilor de apă saturanți din aceeaşi cantitate de aer, la o anumită temperatură. Umiditatea relativă se notează în mod uzual sub forma unui procent urmat de literele UR (de la umiditate relativă) sau RH (de la *relative humidity*), de exemplu 45 % UR (45 % RH). Cu alte cuvinte, umiditatea relativă caracterizează gradul de saturație cu valori de apă al atmosferei: 0 % UR înseamnă aer absolut uscat, iar 100 % UR înseamnă aer saturat cu valori de apă (umiditate maximă). Dacă se atinge punctul de saturație, se produce fenomenul de *condensare*, adică vaporii de apă încep să se transforme în apă lichidă (picături).

Gradul de saturație al aerului cu valori de apă depinde în mare măsură de temperatură. Astfel, o atmosferă care este saturată (100 % UR) la temperatura de 10 °C va fi relativ uscată (19 % UR) la 38 °C, la acelaşi conținut de vapori! Din această cauză, în multe situații (de ex. în calculele legate de condiționarea aerului, combustie sau diferite procese chimice) se preferă unitățile absolute, sau cel mai des *punctul de rouă*, adică temperatura la care are loc condensarea.

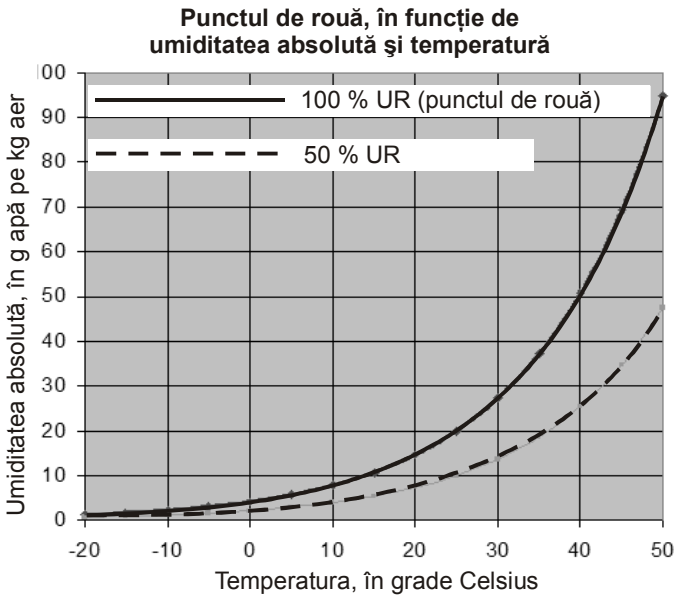
În limbajul curent, prin "umiditatea aerului" sau "umiditatea atmosferică" se înțelege umiditatea relativă. Umiditatea atmosferică este unul din parametrii importanți în prognoza meteorologică, umiditatea ridicată indicând o probabilitate mare de precipitații, rouă, chiciură sau ceață.

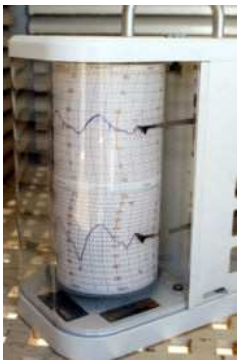
Umiditatea contribuie la senzația de disconfort în zilele călduroase, o umiditate ridicată îngreunând transpirația normală a corpului. În acelaşi timp, însă, aerul prea uscat poate fi şi el dăunător sănătății, dar mai ales pentru păstrarea unor

obiecte în condiţiile cele mai favorabile. Astfel, în mod special în încăperi închise şi încălzite, umiditatea relativă poate ajunge mult sub valoarea ideală în timpul iernii. Cărţile din biblioteci, mobilierul, antichităţile, picturile, instrumentele muzicale etc. pot fi afectate şi deteriorate în timp de aerul prea uscat. Umiditatea prea mică împiedică atingerea unui echilibru electrostatic normal al obiectelor dintr-o încăpere, unde încărcările electrostatice pot cauza avarii importante în dotări ca aparatură electronică în general, calculatoare, centrale telefonice etc.

Se poate afirma că valoarea de 50 % UR, cu abateri maxime de ±10 % UR, este ideală atât pentru sănătate, cât şi pentru buna funcţionare şi păstrare a celor mai multe obiecte, aparatură, alimente etc. În caz de nevoie, această valoare poate fi menţinută cu ajutorul unor aparate numite *umidificatoare* de aer.

În figura următoarea este arătată corelaţia dintre umiditatea absolută, temperatură şi punctul de rouă, precum şi curba de 50 % UR.





Pentru măsurarea umidităţii aerului, se folosesc aparate numite higrometre sau psihrometre. Modelele mai vechi de higrometre erau bazate pe sensibilitatea la umezeală a unui fir de păr. Cele mai noi utilizează diverse alte metode, în general pornind de la sensibilitatea la umiditate a unor materiale poroase. Sunt răspândite şi înregistratoarele de umiditate, amplasate de regulă în încăperi climatizate, unde se păstrează obiecte de

valoare (muzee, biblioteci etc.). În figurile alăturate sunt arătate un higrometru înregistrator şi unul indicator.

19.2 Umiditatea solidelor

Umiditatea solidelor este conținutul de apă dintr-un material solid, exprimat în procente, ca raport de mase sau raport de volume. Există două modalități de definire a umidității: (a) ca raport între conținutul de apă şi materialul *umed* (material uscat plus apă), sau (b) raport între conținutul de apă şi materialul *uscat*.

În formule, conform definiției (a):

$$u = \frac{m_{apă}}{m_{total}}$$

sau, conform definiției (b):

$$u = \frac{m_{apă}}{m_{total} - m_{apă}}$$

unde $m_{apă}$ este masa apei conținute în material, iar m_{total} este masa totală a materialului umed. Definiția (a) este în general preferată față de definiția (b).

Definiții similare pot fi aplicate şi înlocuind masele cu volumele corespunzătoare, însă definițiile raportate la mase sunt mai frecvent utilizate decât cele raportate la volume.

Cunoaşterea umidității materialelor solide este importantă în special în cazul materialelor (puternic sau slab) higroscopice, adică al materialelor care absorb (rapid sau lent) apa din atmosferă. Acest lucru este datorit în principal următorilor doi factori:

1) Multe categorii de materiale – cum sunt unele materiale de construcții, cosmetice, lemnul, cerealele, derivatele laptelui, ceaiul şi cafeaua, tutunul, diverse alimente etc. – se pot deprecia în timp dacă umiditatea lor depăşeşte anumite limite (umiditatea favorizează producerea mucegaiului, putrezirea, apariția bacteriilor, modificarea proprietăților fizice şi chimice etc.).

2) Unele materiale a căror comercializare se face prin cântărire, adică al căror preț este stabilit pe unitate de masă, sunt afectate de umiditate. Cu alte cuvinte, aceeaşi cantitate de produs va avea o masă mai mică sau mai mare în funcție de umiditate, adică de conținutul de apă. Exemple tipice sunt cerealele şi tutunul (la cereale, standardele prevăd anumite umidități normate, la care se calculează prețul de vânzare, iar dacă umiditatea diferă de cea normată, se face o corecție).

Pe scurt, primul din cei doi factori vizează calitatea produselor, iar al doilea se referă la cantitatea lor. În ambele cazuri, se impune măsurarea umidității sau cel puțin aprecierea ei.

Metoda standard de măsurare în laborator a umidității unui material constă în cântărirea lui în starea inițială, apoi uscarea lui într-o etuvă (cuptor) şi recântărirea lui. Umiditatea se determină cu formula

$$u = \frac{m_{umed} - m_{uscat}}{m_{umed}} \times 100\%$$

unde m_{umed} şi m_{uscat} sunt valorile masei înainte şi respectiv după uscare. Se presupune că prin uscare nu se pierd şi alţi componenţi ai materialului, în afară de apă. De obicei, se prescrie o anumită durată a uscării în etuvă, de cele mai multe ori de 24 ore.

La anumite materiale (mai ales în geotehnică), se preferă o altă formulă de calcul, în care la numitor figurează masa materialului uscat, în locul celui umed.

Întrucât metoda de laborator descrisă este una relativ lentă, au fost dezvoltate şi metode rapide, prin care măsurarea durează doar câteva minute, aplicabile însă numai unor materiale cunoscute (probe de rutină). Ele folosesc o balanţă electronică şi un sistem de încălzire controlat prin microprocesor, cântărirea făcându-se în mod continuu; umiditatea se deduce din viteza de scădere a masei (pe baza unei "curbe de uscare" de referinţă).

Există de asemenea numeroase metode indirecte de determinare a umidităţii materialelor solide, cele mai cunoscute fiind metodele rezistive (bazate pe variaţia rezistivităţii electrice cu umiditatea) şi metodele capacitive (bazate pe variaţia permitivităţii dielectrice cu umiditatea).

În practică se utilizează pe scară largă uscarea (deshidratarea) unor materiale higroscopice, în special a alimentelor, pentru conservarea mai bună a lor şi pentru scăderea masei totale la transportul unor cantităţi mari. În următorul tabel sunt date exemple de alimente împreună cu valorile orientative ale umidităţii în ambalajele uzuale în care sunt comercializate.

Carne proaspătă	70% UR
Pâine	40% UR
Orez	15% UR
Făină	14% UR
Stafide	25% UR
Paste făinoase	10% UR

Alune	18% UR
Bomboane	3 % UR
Biscuiţi	5 % UR
Fulgi de cartofi	2 % UR
Cereale tip "breakfast"	5 % UR
Legume deshidratate	5 % UR

În ambalajul unor aparate sau echipamente care pot fi afectate de creşterea umidităţii, se introduc deseori substanţe absorbante de umiditate, cea mai obişnuită dintre acestea fiind silicagelul (granule de silicat de sodiu). Acesta poate absorbi o cantitate de apă de până la 30% din propria masă. Figura redă aspectul unui pliculeţ de silicagel, care poate menţine o umiditate scăzută în interiorul unei cutii de ambalaj ermetice sau aproape ermetice.

20 Culoarea. Coordonatele tricromatice. Modelele RGB şi CMYK

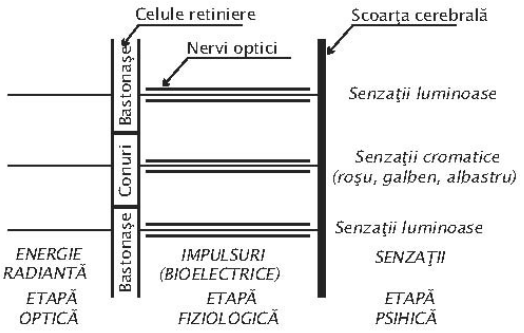
Lumina exterioară constă în radiaţii electromagnetice, produse de surse de emisie sau reflectate de suprafaţa corpurilor. Din spectrul larg al radiaţiilor electromagnetice, sectorul vizibil, cel ale cărui radiaţii produc senzaţia de lumină şi culoare, se situează în zona cu lungimi de undă cuprinse între 330 şi 760 nm (nanometri).

Culorile rezultate din descompunerea luminii albe formează spectrul cromatic şi se numesc culori spectrale (culorile curcubeului, care pot fi obţinute, de exemplu, cu ajutoul unei prisme de sticlă). Pornind de la acest fenomen, s-a explicat şi culoarea diferitelor corpuri, aceasta fiind dată de componentele luminii albe care suferă un proces diferenţiat de reflexie, absorbţie sau pătrundere, în funcţie de structura materială a corpurilor cu care vin în contact.

20.1 Senzaţia de culoare

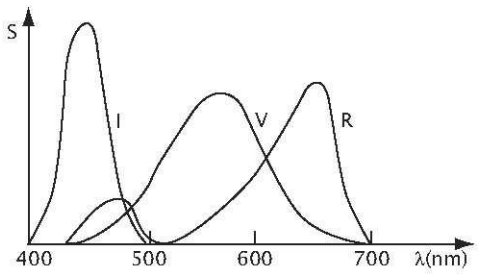
Omul identifică culorile din natură prin intermediul organului vizual, în cadrul procesului biologic complex de percepţie a luminii şi imaginii.

Energia radiantă a undelor electromagnetice, cu lungimi de undă cuprinse în limitele spectrului vizibil, transformată de celulele nervoase ale retinei (conuri şi bastonaşe) în impulsuri bioelectrice, se transmite prin nervul optic scoarţei cerebrale, ce formează prin mecanism psihic senzaţia cromatică.



Celulele nervoase situate în centrul retinei (conurile) asigură recepţionarea formelor şi a nuanţelor cromatice, iar celulele nervoase situate la periferia retinei (bastonaşele) au proprietatea de a sesiza intensităţile de lumină (simţul luminos).

Conform teoriei tricromiei, elaborată de Thomas Young în 1807 şi completată de H. Helmholtz, conurile sunt de trei tipuri: unele sensibile la undele scurte, cuprinse între 400 şi 500 nm (radiaţii ce produc senzaţia cromatică de albastru), altele la undele mijlocii, cuprinse între 500...600 nm (senzaţia de galben – verde gălbui) şi altele la undele lungi (senzaţia de roşu) cuprinse între 600 şi 700 nm.



Curbele reale de sensibilitate a ochiului la diferite lungimi de undă sunt

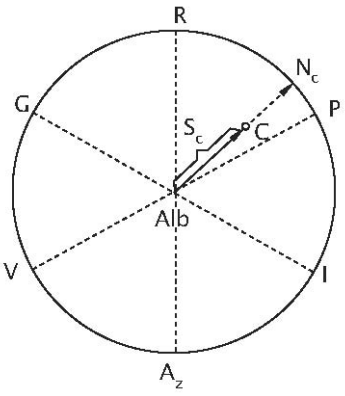
prezentate în figura alăturată.

În mod obişnuit, "culoarea unui corp" este culoarea sub care acesta apare când este privit în lumină naturală albă. Toate corpurile colorate au proprietatea de a reţine din lumina albă, incidentă, radiaţiile cu anumite lungimi de undă şi de a le difuza pe celelalte.

Culoarea unui obiect este senzaţia determinată la nivelul ochiului de radiaţiile difuzate (neabsorbite) de acest obiect. Spre exemplu, un obiect colorat în verde absoarbe complet (teoretic) radiaţiile indigo şi roşii din lumina incidentă, difuzându-le pe cele verzi care, ajungând la ochi, dau senzaţia respectivă; un corp galben absoarbe radiaţiile indigo şi difuzează radiaţiile roşii şi verzi etc.

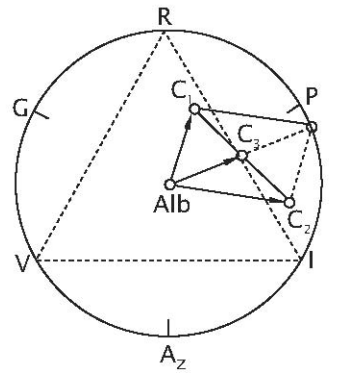
20.2 Reprezentări ale culorilor

În practică, are o deosebită importanţă găsirea unor sisteme de reprezentare a culorilor, reprezentare care să permită definirea caracteristicilor fiecărei culori în parte, precum şi determinarea rezultatelor care se obţin prin sinteză. O primă reprezentare este dispunerea lor în cerc.



Cercul culorilor este un cerc pe a cărui circumferinţă sunt distribuite toate culorile spectrale în ordinea succesiunii lor în spectru, iar două culori complementare sunt aşezate diametral opus.

Pe fiecare diametru care uneşte două culori spectrale complementare se vor găsi toate culorile care rezultă din amestecul acestora; în centrul cercului vor fi reprezentate amestecurile rezultate din nuanţe complementare, luate în cantităţi egale, respectiv alb. Toate culorile rezultate prin amestecul, în aceeaşi proporţie, al culorilor spectrale cu alb, deci toate culorile care au aceeaşi saturaţie S_c, se vor găsi pe aceeaşi circumferinţă, concentrică cu circumferinţa culorilor spectrale.



Nuanţa N_c a unei culori oarecare C va fi determinată de locul unde raza care trece prin punctul reprezentativ al acestei culori întâlneşte circumferinţa culorilor spectrale, iar saturaţia caracterizată prin coeficientul de saturaţie S_c, de raportul între distanţa de la punctul reprezentativ al culorii până la centru şi lungimea razei. Într-un cerc al culorilor construit corect, toate culorile care rezultă din amestecul în proporţii diferite a două culori oarecare se află pe dreapta care uneşte poziţiile reprezentative ale acestora.

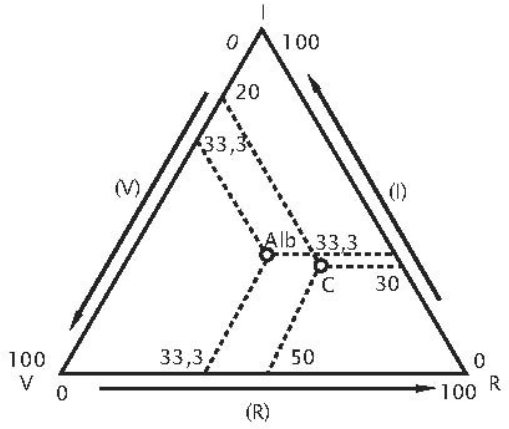
De exemplu, punctul reprezentativ al unei culori C_3 rezultată prin amestecul C_1 şi C_2 va fi situat la intersecţia dreptei care

unește cele două puncte cu direcția rezultată prin însumarea geometrică a vectorilor caracteristici C_1 și C_2 (vezi figura).

În cazul amestecului a trei culori, toate culorile rezultate se vor afla cuprinse pe suprafața triunghiului format de extremitățile vectorilor caracteristici celor trei culori.

Dacă cele trei culori folosite în amestec sunt culori spectrale, de exemplu R, V, I, se obține un triunghi numit triunghiul culorilor. O culoare poate fi definită prin mărimile ei caracteristice – nuanță, saturație și intensitate – dar mai poate fi definită și în funcție de proporția în care trebuie amestecate cele trei culori primare pentru o sinteză pe cale aditivă.

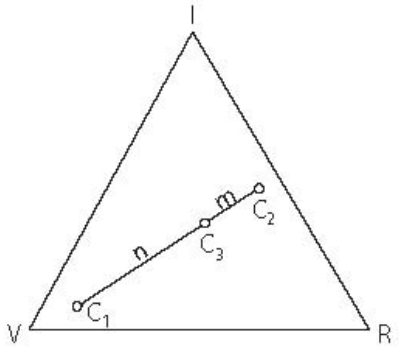
Sistemele care utilizează, pentru caracterizarea culorilor, raportul dintre cantitățile celor trei culori primare ce le poate sintetiza pe cale aditivă, se numesc *sisteme tricromatice* de reprezentare a culorilor.



Cel mai simplu sistem tricromatic de reprezentare a culorilor este triunghiul culorilor. El se reprezintă ca un triunghi echilateral, în vârful căruia sunt plasate culorile rezultate prin sinteza culorilor din vârfuri, luate două câte două, iar în interiorul său, toate culorile rezultate prin amestecul tuturor acestor trei culori în diferite proporții (vezi figura).

Deoarece prin amestec aditiv al celor trei culori primare, în proporții egale, se obține alb, această culoare se va afla reprezentată în centrul geometric al triunghiului, corespunzător unui amestec care conține 33,3% din fiecare culoare primară (R, V, I).

O culoare oarecare va fi reprezentată printr-un punct având poziția determinată de intersecția paralelelor la laturile triunghiului, care trec prin punctele de pe laturi corespunzătoare proporției în care se amestecă cele trei culori. Spre exemplu: culoarea C din figura de mai sus are coordonatele: V=20%; R=50%; I=30%.



În triunghiul culorilor, culoarea C_3 rezultată prin sinteză aditivă a două culori C_1 și C_2, luate în *m* unități din culoarea C_1 și *n* unități din culoarea C_2, va fi reprezentată prin punctul C_3, aflat pe dreapta care unește

punctele C_1 şi C_2 şi este determinată de raportul:

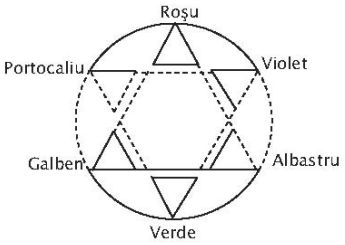
$$\frac{C_1C_2}{C_2C_3} = \frac{n}{m}$$

Legătura între cele două sisteme de reprezentare arătate mai sus se poate realiza prin suprapunerea lor (vezi figura). Culoarea C_1, caracterizată prin coordonatele R, V, I, va avea nuanţa N, iar saturaţia S determinată de raportul:

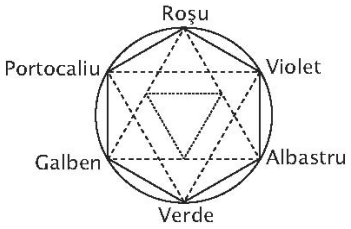
$$S = \frac{OC_1}{ON}$$

De la descompunerea luminii albe şi stabilirea primului cerc cromatic al culorilor spectrale, realizat de Isaac Newton în 1672, mulţi fiziceni, chimişti şi pictori celebri şi-au adus contribuţia la îmbunătăţirea cunoştinţelor asupra teoriei culorilor zise fundamentale, ale spectrului cromatic şi reprezentării grafice a cercului cromatic.

W. Goethe în 1795, apoi pictorul german Otto Runge în 1806 şi alţii au alcătuit cercul cromatic cu şase culori fundamentale:



Cercul cu şase culori al lui Goethe



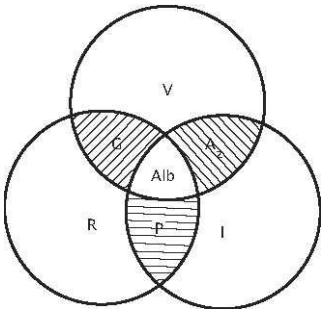
Cercul culorilor după Runge

Fizicianul şi pictorul Henry Munsell întocmeşte în 1913 cel mai bun sistem coloristic cunoscut până astăzi, care diferenţiază culorile pe baza a trei variabile: tonul de culoare, luminozitatea şi puritatea (saturaţia) – însuşiri ce definesc şi în prezent caracteristicile culorilor – ele formând un cerc cromatic compus din 10 culori. Ulterior, pictorul francez Eugène Delacroix, în anii 1845-1861, alcătuieşte triunghiul cromatic din cele şase culori fundamentale ale lui Newton, iar pictorii modernişti, precum Matisse, Hölzen, Itten, Kandinsky şi Paul Klee stabilesc principii moderne în teoria culorilor şi a practicii artistice (Hölzen a construit un cerc cromatic cu opt culori şi unul cu douăsprezece culori, cercul cromatic al lui Itten cuprindea 12 culori etc.).

20.3 Sinteza culorilor

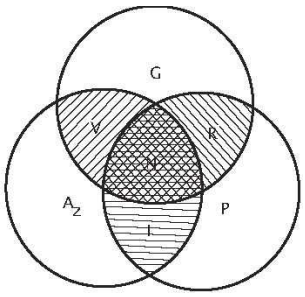
Faptul că toate culorile din natură se receptează prin impresionarea selectivă a numai trei tipuri de centri nervoşi permite reproducerea culorii oricărui obiect colorat cu ajutorul al trei culori care să reproducă aceeaşi impresionare a ochiului ca şi lumina reflectată de obiectul colorat respectiv. În practică, realizarea reproducerii culorilor făcând apel la numai trei culori de bază duce la sinteza culorilor, care este de două feluri: *sinteza aditivă* şi *sinteza substractivă.*

Sinteza aditivă. Luminile colorate se pot obține prin recombinarea în diverse proporții a radiațiilor separate dintr-un spectru sau, mai simplu, prin filtrarea luminii albe în straturi colorate transparente. Deci, prin suprapunerea unei radiații corespunzătoare anumitor nuanțe se obține un *amestec aditiv* al acestora (realizat de ochi). În acest gen de sinteză, culorile primare sunt roşu, verde şi indigo (un albastru de o anumită lungime de undă). Aceste culori, luate în cantități egale dau prin suprapunere culoarea albă (care, după cum se ştie, se poate obține şi prin suprapunerea a două culori complementare).



Punerea în evidență a sintezei aditive se poate face prin proiectarea luminii albe pe un ecran, cu ajutorul al trei proiectoare prevăzute cu filtre, având culorile de mai sus (R, V, I). În porțiunile în care culorile se suprapun două câte două se obțin amestecuri aditive (vezi figura) de galben, azuriu şi purpuriu ale culorilor complementare.

În practică se obține un amestec aditiv prin juxtapunerea de puncte colorate de dimensiuni foarte mici. Principiul este aplicat în televiziunea în culori, la monitoarele de calculator tip LCD (cristale lichide), la diodele LED etc.



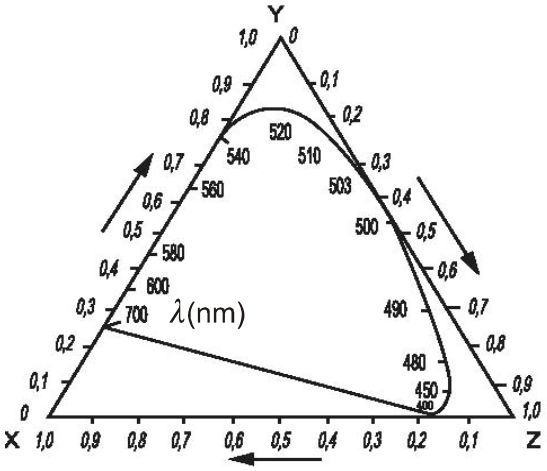
Sinteza substractivă. Ansamblul realizat prin suprapunerea a două sau mai multe straturi colorate, transparente, nu va putea să transmită decât radiațiile care sunt cuprinse în domeniul comun al acestor straturi. Lumina colorată care rezultă din acest ansamblu este rezultatul scăderii, substragerii, din lumina albă a radiațiilor care nu pot străbate prin toate straturile. Culoarea unui asemenea ansamblu este rezultatul unei *sinteze substractive.*

Explicarea mecanismului sintezei substractive este următoarea. Trecând prin primul strat colorat, o parte din radiațiile ce compun lumina albă vor fi reținute, iar o altă parte din radiațiile transmise primului strat va fi reținută în cel de al doilea. Mecanismul se repetă pentru fiecare strat ce urmează. La ochiul nostru vor ajunge numai radiațiile care au străbătut toate straturile. Suprapunând trei discuri de gelatină colorată în portocaliu, galben şi azuriu se poate observa efectul sintezei substractive ca în figură.

În practică, la tiparul policrom sau la imprimantele color (cu cerneală sau laser) se obține o gamă de culori prin sinteză substractivă, pornindu-se de la albul hârtiei pe care se aplică succesiv trei straturi de cerneală colorată (azuriu sau cyan, galben, magenta) transparentă. Prin amestecarea lor substractivă se obține o mare gamă de culori.

20.4 Sistemul tricromatic XYZ

Sistemul tricromatic XYZ este recunoscut de Comisia Internaţională a Iluminatului (CIE) şi foloseşte drept culori fundamentale trei culori – X (roşu), Y (verde), Z (albastru) – obţinute prin calcul şi care nu au o realitate fizică, fiind mai saturate decât culorile spectrale cunoscute. Ele sunt aşezate în vârful unui triunghi ca în figura alăturată.



În acest sistem, toate culorile au punctele reprezentative în interiorul triunghiului XYZ. Fiecare culoare poate fi considerată ca provenind din amestecul culorilor de bază, în proporţii care pot fi găsite pe coordonatele diagramei. Culorile cele mai saturate se află pe laturile triunghiului şi ele reprezintă amestecuri de culori luate două câte două. De asemenea, unităţile tricromatice X, Y, Z satisfac condiţia ca punctul reprezentativ al albului standard E să fie centrul triunghiului.

Deoarece culorile fundamentale X, Y, Z nu au o realitate fizică, pentru măsurarea culorilor se folosesc culori fundamentale reale. Excitaţia de culoare şi coeficienţii tricromatici x, y, z se obţin printr-o transformare liniară din valorile excitaţiilor şi coeficienţii tricromatici măsuraţi prin metode colorimetrice.

În practică se foloseşte diagrama culorilor saturate după Ostwald, care permite reprezentarea unei culori în sistemul monocromatic şi aflarea uşoară a poziţiei coeficienţilor tricromatici x şi y, valoarea lui z stabilindu-se din relaţia

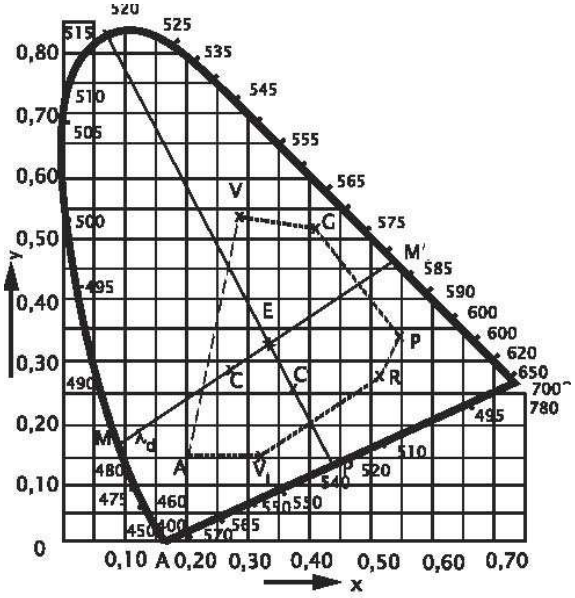
$$z = 1 - (x+y)$$

Aceşti coeficienţi se pot calcula din indicii tricromatici x, y şi z determinaţi prin prin intermediul celor trei filtre ale colorimetrului, sub o iluminare stabilă.

Deoarece valoarea reprezentativă a culorii albe este considerată egală cu unitatea, există pentru această culoare relaţia:

$$x = y = z = 0{,}33.$$

Curba culorilor saturate permite, de asemenea, aflarea lungimii de undă dominante (caracteristice) şi a purităţii unei culori C, a cărei poziţie a fost găsită prin calculul celor două coordonate de culori x şi y din diagrama CIE a culorilor, precum şi aflarea domeniului culorilor reproductibile (cuprinsul cromatic) cu diverse triade de componente primare. Aceste culori se înscriu în interiorul unui hexagon (AVGPRV – exemplul punctat din diagrama culorilor saturate după Ostwald), ale cărui vârfuri corespund culorilor primare şi celor obţinute prin suprapunerea acestora două câte două.



Lungimea de undă dominantă λ_d din figura alăturată (diagrama lui Ostwald) a culorii reprezentate de punctul C este dată de punctul de intersecție M al dreptei care trece prin punctele E (alb) şi C, cu partea stângă a curbei culorilor, iar punctul de intersecție opus M' , obținut prin prelungirea dreptei CE, determină lungimea de undă λ_k a culorii de compensație.

Puritatea albului standard este zero, iar cea a culorilor spectrale este egală cu unitatea, culorile nesaturate (albicioase) având puritatea subunitară.

20.5 Modelele cromatice RGB şi CMYK. Alte culori standardizate

Modelele (sau spațiile) de culoare sunt reprezentări numerice ale culorilor, în sisteme de coordonate adecvate. Există numeroase asemenea reprezentări, folosite în domenii ca, între altele, fabricarea coloranților şi vopselurilor, fotografia color, televiziune, design grafic, tipar, sisteme de iluminare. Cele ce urmează se referă la doar două dintre spațiile cromatice cele mai cunoscute, desemnate prin RGB şi CMYK.

Modelul RGB este, aşa cum s-a amintit, un model "aditiv", care indică pentru fiecare culoare reprezentată conținutul de culori primare roşu, verde şi albastru (R = red, G = green, B = blue). Culoarea este exprimată numeric ca un triplet RGB, fiecare componentă putând varia de la zero până la o anumită valoare maximă.

Dacă toate componentele au valoarea zero, culoarea rezultantă este neagră, iar dacă ele au valoarea maximă, culoarea respectivă este albă. Orice altă culoare se exprimă printr-un set de valori intermediare, cuprinse între aceste limite.

Cea mai uzuală este notația digitală în 8 bit, în care negrul este simbolizat prin (R:0 G:0 B:0), culoarea albă prin (R:255 G:255 B:255) iar o culoare oarecare prin valori intermediare ale componentelor R, G, B; de exemplu, culoarea numită "albastru pastel", are reprezentarea (R:142 G:132 B:183).

Modelul CMYK este un model de culoare substractiv utilizat în tipărirea color, în tipografii, programele grafice de calculator (ex. CorelDraw, Adobe Illustrator), imprimante cu cerneală, imprimante laser etc. Pentru obținerea unei anumite culori sunt combinați pigmenții celor patru culori de bază – azuriu, purpuriu, galben, negru – sau Cyan, Magenta, Yellow, Black (CMYK). Cu ajutorul acestui model se pot reproduce aproape toate culorile din spectrul vizibil; nu pot fi redate culori ca

anumite nuanţe de roz, culori fluorescente etc. (iniţiala K de la denumirea CMYK evită utilizarea lui B, pentru a nu crea confuzii cu Blue).

Tipărirea doar cu ajutorul culorilor CMY nu este posibilă deoarece prin combinarea celor trei culori nu poate fi reprodus un negru pur; fără culoarea neagră (K) s-ar obţine un negru impur, un cenuşiu închis.

În modelul de culoare CMYK valorile culorilor sunt exprimate pe o scară de la 0 la 100. O culoare componentă cu o saturaţie maximă este exprimată prin 100%, iar lipsa acesteia prin 0%.

În procesul de imprimare color, o imagine este mai întâi separată în cele patru culori C, M, Y, K, iar apoi imprimarea se face în patru etape, care corespund celor patru culori. Straturile de culoare au o anumită concentraţie tradusă prin tonurile de culoare proprii imaginii care trebuie tipărită.

Trebuie observat că în spaţiul CMYK este imposibilă reproducerea unei imagini de pe monitor (exprimată în RGB) în mod identic pe hârtie (exprimată în CMYK). De aceea, formulele de conversie de la RGB la CMYK sunt doar aproximative.

În afară de modelele de culoare discutate aici, se mai utilizează şi alte modele (spaţii) de culoare, cum ar fi modelele HSB, HLS, YIQ, Lab etc.

Foarte răspândite sunt de asemenea sistemele de comparare a culorilor (*color matching systems*) de forma unor cataloage, albume, seturi de mostre etc., care conţin un număr mare de culori individuale (*spot colors*), astfel ca orice nuanţă de culoare dorită să poate fi regăsită. Dintre acestea, cel mai cunoscut este *sistemul Pantone*, pus la punct şi comercializat de firma Pantone Inc. din SUA. Sub forma sa iniţială, sistemul Pantone este format din 1114 culori individuale, clasificate după criterii proprii, în familii de culori, culori de bază şi culori derivate. Fiecare culoare are un cod, sub forma literelor PMS (de la Pantone Matching System) urmate de 3 sau patru cifre (de ex. PMS300); în felul acesta, culorile pot fi standardizate şi specificate în prescripţii tehnice, prospecte sau alte documentaţii. Firma pune în vânzare "mostrare" de culori, sub forma de "evantaie" cu cartonaşe colorate după coduri. Dar este important de ştiut că numai o parte din culorile sistemului Pantone pot fi simulate cu procesul CMYK; toate culorile Pantone pot fi însă reproduse cu ajutorul a 13 pigmenţi de bază, plus alb şi negru. De asemenea, sistemul Pantone permite producerea şi a unor culori speciale, cum sunt cele metalice şi cele fluorescente.

În Europa mai este cunoscut şi folosit sistemul de culori RAL, originar din Germania, cu mai multe variante. Mostre de culori din sistemele Pantone, RAL şi altele similare pot fi găsite şi pe Internet; pe această cale, culorile cu anumite coduri pot fi identificate şi vizualizate.

(în capitolul 20 au fost folosite pasaje preluate din "www.afaceri-poligrafice.ro")

21 Simțurile "chimice" – gust, miros

Dintre simțurile omului – văz, auz, pipăit, gust, miros – ultimele două sunt denumite şi simțuri "chimice", deoarece ele sesizează anumite proprietăți chimice ale agenților exteriori cu care organismul nostru este în contact.

Pentru a sesiza *gustul* unei substanțe, aceasta trebuie să fie solubilă în apă (salivă).

Pentru a sesiza *mirosul* unei substanțe, ea trebuie să fie în stare gazoasă, sau trebuie să emane gaze pe care omul să le inhaleze.

În ambele cazuri, suntem obişnuiți să le tratăm doar ca senzații pur subiective, să le caracterizăm prin atribute calitative şi să le distingem prin analogii (asemănări). Există însă numeroase încercări de a da senzațiilor de gust şi de miros şi atribute *cantitative*, şi în acelaşi timp a le putea distinge prin calificative, pe cât posibil obiective. Domeniul este în plină dezvoltare, iar rezultatele se lasă încă aşteptate; cele ce urmează constituie doar câteva considerații despre stadiul la care s-a ajuns în "obiectivizarea" percepției gustului şi a mirosului.

21.1 Gustul

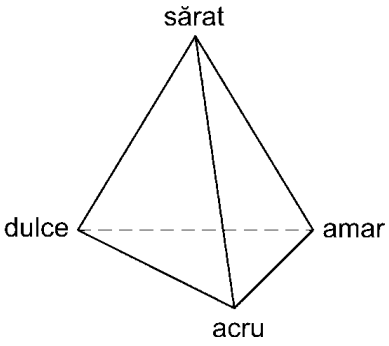
Gustul este o proprietate psihosenzorială şi o formă a sensibilității chimice care serveşte la recunoaşterea alimentelor, la selecția şi acceptarea sau respingerea lor. Proprietățile gustative sunt determinate de proprietățile chimice ale produselor alimentare, de componentele lor hidrosolubile.

Proprietățile psihosenzoriale sunt percepute de receptorii gustului reprezentați prin *muguri gustativi*, care sunt plasați la nivelul limbii şi pe suprafața mucoasei buco-faringiene. Individul mediu are 9000...10 000 de muguri gustativi, fiecare din aceştia conținând 50...150 de "receptori" chimici, amplasați pe minuscule "papile". Durata de viață a celulelor receptorului gustativ este în jur de 10 zile.

Un rol important în formarea senzațiilor gustative îl au glandele salivare şi saliva secretată de ele. Saliva conține 99,5% apă şi este solvent pentru substanțele solide şi în general pentru componentele alimentare introduse în gură.

Hans Henning (1885-1946) a elaborat în 1916 o teorie care, deşi controversată, a rămas valabilă până în zilele nostre. După Henning, toate senzațiile gustative provin din patru *gusturi primare*:

- dulce,
- acru,
- amar şi
- sărat.



(după modelul senzațiilor luminoase, care –

după cum se ştie – pot fi considerate ca fiind compuse din trei sau patru culori primare).

El a propus o reprezentare în formă de tetraedru (ca în figură), în care senzaţiile primare sunt situate în vârfurile tetraedrului, iar toate celelalte gusturi pot fi numai senzaţii intermediare, sub forma de combinaţii ale celor primare.

Gustul "dulce" este, de obicei, asociat cu substanţele care au valoare nutritivă, gustul "sărat" cu prezenţa de sodiu sau alte minerale, iar gusturile "amar" şi "acru" sunt asociate cu substanţe potenţial dăunătoare, ca alimente stricate sau diverse toxine etc. De aceea, suntem tentaţi să consumăm substanţe dulci şi sărate pentru a asigura necesarul de energie şi de minerale al organismului, şi respingem ceea ce este acru sau amar, ca ceva nociv, periculos sau chiar otrăvitor.

În ultimii ani, s-a propus adăugarea unui al cincilea gust fundamental, numit "*umami*", descris ca ceva savuros, delicios, gust aparte care nu poate fi încadrat în cele patru gusturi primare. Termenul de origine asiatică defineşte un gust specific care se regăseşte în ciuperci (mai ales în ciuperci uscate), în unele brânzeturi, în carnea de raţă sau in supa de găină etc. Cercetările japonezului Kikunae Ikeda la începutul secolului XX au reuşit să izoleze substanţa care conferă acest gust oricărei mâncări, şi anume *glutamatul monosodic*, şi imediat după aceasta au apărut condimente conţinând acestă substanţă, care au cucerit rapid piaţa asiatică. Mai recent, au fost identificate papilele gustative responsabile pentru perceperea acestui gust. În topul alimentelor care conţin umami se află parmezanul, ciupercile uscate, anumite alge, pasta anşoa, diferite sosuri de soia, celebrul sos Worcestershire, precum şi banalul ketchup etc., iar dintre mâncările tradiţionale româneşti, hribii uscaţi maramureşeni şi conservele „grase" de ciuperci din Moldova.

Revenind la cele patru gusturi primare, este interesant de observat efectul pe care îl au unele asupra altora, atunci când se adaugă un component cu un anumit gust dominant la altele care au un gust diferit. În tabelul următor, adaosurile din coloana stângă au efectele specificate asupra alimentelor din rândul de sus:

	Efectul asupra:	dulce	acru	amar	sărat
Adaos					
dulce		întăreşte	slăbeşte	slăbeşte	slăbeşte
acru		slăbeşte	întăreşte	întăreşte	fără efect
amar		slăbeşte	întăreşte	întăreşte	fără efect
sărat		întăreşte	întăreşte	întăreşte	întăreşte

În general, se poate constata că sarea amplifică şi dulcele atenuează celelalte gusturi.

Un alt fenomen caracteristic simțului gustativ este acela de "adaptare": expunerea prelungită la un anumit gust poate diminua senzația față de gustul respectiv, şi creşte (sau altera) percepția altor categorii de gusturi. De exemplu, după ce sugi mai mult timp o lămâie, chiar şi apa pură îți va părea dulce, sau după o băutură excesiv de dulce alte alimente vor părea amare.

Există la om, ca şi la multe animale, şi o "aversiune condiționată" față de anumite gusturi: indivizii evită să consume anumite alimente care le-au produs anterior o stare de boală sau de rău (de exemplu, o persoană care s-a îmbolnăvit după ce a mâncat o cantitate exagerată dintr-un aliment, poate să simtă mai târziu o aversiune față de acesta).

21.2 Mirosul

Mirosul este o altă proprietate psihosenzorială şi a doua formă a sensibilității chimice, servind la identificarea alimentelor, corpurilor, obiectelor, cosmeticelor, substanțelor diverse etc. cu care venim în contact. Condiția necesară pentru a simți mirosul este ca substanța să fie în stare gazoasă sau să emane gaze în jurul ei.

Receptorii mirosului sunt situați în fosele nazale, determinând senzația de miros, a cărui caracteristică primordială este aceea de *plăcut* sau *neplăcut*, influențând decizia de acceptare sau respingere a unui produs.

Pentru declanşarea stimulilor, substanța odorantă trebuie să fie într-o cantitate care să depăşească pragul olfactiv. Aceste praguri sunt diferite de la produs la produs şi, de asemenea, au valori mult diferite la oameni şi la animale. De exemplu, şoarecii au sensibilitatea la mirosuri de 10 până la 100 de ori mai bună decât oamenii, iar câinii sunt de 1000 până la 10 000 ori mai sensibili la mirosuri decât oamenii. Este interesant că receptorii individuali la toate aceste animale au în linii mari cam aceeaşi sensibilitate, ceea ce diferă este numărul acestor receptori; oamenii au de ordinul a 10 milioane de receptori olfactivi, pe când câinii au câteva miliarde de receptori olfactivi.

În tabelul următor sunt date valorile pragului olfactiv uman în aer față de câteva substanțe comune.

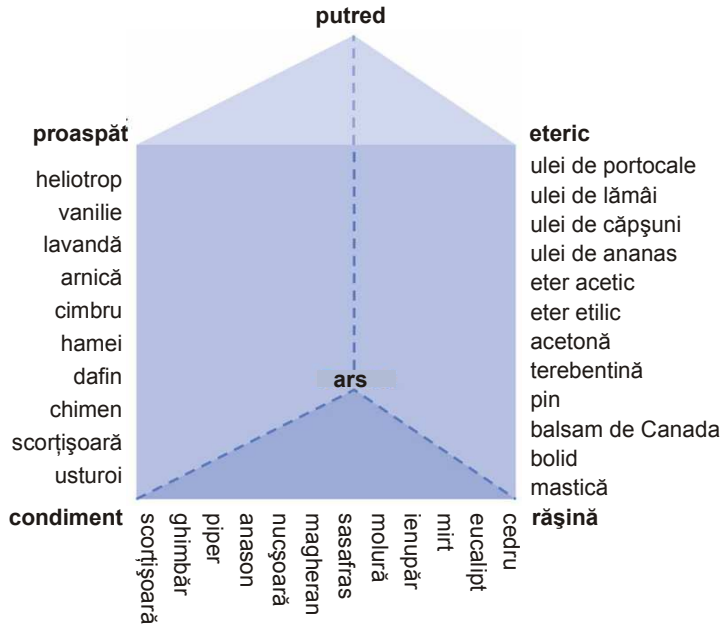
Substanța	**Pragul olfactiv, în părți pe miliard**
Metanol	141 000
Acetonă	15 000
Formaldehidă	870
Mentol	40
T-butil mercaptan	0,3

(tocmai datorită sensibilității mari a mirosului uman față de mercaptan, el este folosit ca adaos la gazul natural combustibil, pentru a-l face sesizabil de către consumatorii casnici).

S-a constatat că, în general, femeile sunt mai sensibile la mirosuri (au pragul de sensibilitate olfactivă mai mic) decât bărbaţii. Există şi un procent redus de indivizi complet lipsiţi de miros – numiţi "anosmici".

S-au făcut mai multe încercări de a sistematiza mirosurile, oarecum similar cu cele din cazul gusturilor, dar greutăţile întâmpinate au fost cu mult mai mari. De exemplu, Zwaardemaker (1895) a grupat mirosurile în 9 categorii şi 24 de subcategorii, iar Henning (1916) a propus 6 grupe de mirosuri (proaspăt sau aromat, eteric, condimentat, ars, putred, răşinos) pe care le-a reprezentat într-o configuraţie spaţială în formă de prismă triunghiulară (v. figura). Crocker şi Henderson (1958) au redus mirosurile "primare" la patru (aromat, acid, ars, rânced) atribuind 8 niveluri de intensitate fiecărui miros primar, astfel că fiecare miros putea fi descris cu patru cifre, de tipul 0000 până la 8888, utilizând 32 de mirosuri de referinţă.

Cea mai obişnuită reprezentare a mirosurilor rămâne totuşi cea a lui Henning. Un exemplu de mirosuri derivate din cele primare (corespunzătoare celor şase colţuri ale piramidei) este ilustrat în figură.



Mai există o percepţie umană, care face apel simultan la gust şi miros şi care ar putea fi denumită *savoare*. Spunem despre un aliment că este savuros atunci când este în acelaşi timp gustos şi aromat (bine mirositor), deşi unii indivizi nu îşi dau seama de importanţa mirosului în perceperea "savurosului".

21.3 Gustul şi mirosul ca informaţie

Vederea şi *auzul* au fost de mult timp "informatizate", în sensul că atât imaginea cât şi sunetul pot fi înregistrate, stocate, comunicate şi redate cu o înaltă calitate prin mijlocale actuale video şi audio. Mesajele video şi audio se pretează la o caracterizare cantitativă imediată, fapt cunoscut şi exploatat intens de către mijloacele media.

Nu acelaşi lucru se poate spune despre celelalte trei simţuri ale omului, *mirosul*, *gustul* şi *pipăitul*. În "Clinica de Gust şi Miros", centrul de Nutriţie Moleculară şi Dereglări Senzoriale din Washington, SUA, s-au făcut cercetări aprofundate pentru înţelegerea mai bună a mecanismelor percepţiei gustative şi olfactive şi s-au elaborat procedee de măsurare a senzaţiei de gust şi miros, prin asocierea unor seturi de parametri cantitativi care definesc funcţiile globale pentru fiecare din cele două cazuri. Este una din încercările de "cuantificare" a senzaţiilor pe care lumea le consideră pur subiective, demers utilizat în diagnosticarea şi tratamentul diferitelor tipuri de patologii ale simţurilor gustului şi mirosului.

O altă încercare, oarecum într-o direcţie similară, este făcută de către "Oficiul Japonez al Serviciilor Poştale", care a decis demararea unor cercetări cu scopul de a dezvolta tehnici de comunicaţii ultra-rapide pentru transmiterea senzaţiilor de gust, miros şi palpare, pe lângă obişnuitele semnale audio şi video. Până în prezent, transmiterea informaţiei privind gustul, mirosul şi pipăitul este relativ puţin explorată, din cauza dificultăţilor de a găsi reprezentări cantitative adecvate acestor senzaţii. Cercetătorii implicaţi în acest proiect consideră că tehnologia comunicării informaţiilor de tip "pentasenzoriale" (cu "cinci simţuri") va putea fi aplicată în domenii variate ca servicii medicale la distanţă, acţiuni sociale şi educative, divertisment etc., mărind caracterul natural şi realistic al comunicaţiilor.

22 Unităţi folosite în optica geometrică

Optica este un capitol al fizicii cu care ne întâlnim nu numai în ştiinţele exacte, în inginerie sau în învăţământ, ci foarte frecvent şi în viaţa de toate zilele. Astfel, optica intervine în numeroase dispozitive, aparate sau instalaţii folosite în activitatea cotidiană, de la cele mai simple lentile, ochelari, lupe, lanterne la aparate ca telescopul, binoclul, microscopul, faruri, proiectoare, ca să nu mai vorbim de sisteme de afişare vizuală ca ecranul televizorului, monitorul calculatorului etc.

Să ne oprim mai întâi la câteva definiţii cu caracter general.

22.1 Putere optică, vergenţă

Puterea optică (numită şi putere dioptrică sau putere refractivă) caracterizează măsura în care o lentilă sau o oglindă converge sau diverge lumina. Ea este invers proporţională cu distanţa focală a dispozitivului. Unitatea SI de putere optică este unu pe metru (sau m^{-1}), care în practică a căpătat denumirea de *dioptrie*.

Vergenţa (simbol *L*) unui fascicul de lumină în optică este inversul distanţei dintre punctul de focalizare şi un plan de referinţă; vergenţa poate fi privită ca o măsură a curburii unui front de undă optic şi se măsoară tot în dioptrii (trebuie însă observat că aceste consideraţii sunt valabile numai în cadrul opticii geometrice, dar nu în optica ondulatorie). *Convergenţa* are loc dacă razele de lumină se apropie între ele, si are o valoare pozitivă. *Divergenţa* se produce când razele se îndepărtează între ele, şi se măsoară în dioptrii negative.

Puterea optică a ochiului uman are o valoare de aprox. 40 dioptrii. Datorită cristalinului, ochiul mai adaugă un anumit număr de dioptrii, care în tinereţe ajunge la aprox. 20 dioptrii, dar scade cu vârsta, până la valori de ordinul 10 dioptrii sau mai puţin.

Ochiul poate avea deficienţe optice de mai multe naturi.

Prima categorie este cea a *defectelor geometrice*, în urma cărora imaginea corectă nu se formează exact pe retină, ci în faţa sau în spatele ei. Formarea imaginii în faţa retinei (distanţa focală a sistemului optic al ochiului este prea scurtă) înseamnă *miopie*, iar formarea imaginii în spatele retinei (distanţa focală prea lungă) se produce la *hiperopie*. Miopia se corectează cu lentile divergente (dioptrii negative, de obicei între –1 şi –3, dar în cazul unor miopii patologice se poate ajunge şi la –10), iar hiperopia cu lentile convergente (de regulă, între +1 şi +5). Un alt defect geometric este *astigmatismul*, la care puterea optică pe un meridian este diferită de puterea optică pe celălalt meridian (adică, la 0^o şi la 90^o), defect care se corectează cu *lentile cilindrice*. În sfârşit, *anizometropia* este situaţia în care unul din ochi are o putere optică diferită de a celuilalt.

A doua categorie este ceea a *defectelor de adaptare*, cauzate de lipsa de elasticitate a cristalinului, care nu se "bombează" destul pentru a ajunge la convergența necesară privirii de aproape. Este de obicei boala vârstei înaintate, numită *presbiopie* sau *presbitism*; ea se corectează cu lentile convergente (dioptrii de la +1 la +6 sau chiar mai mult).

22.2 Dioptria

Dioptria este o unitate de măsură în afara SI (sau o denumire specială a unei unități derivate SI) pentru puterea optică a unei lentile sau a unei oglinzi curbate, egală cu reciproca distanței focale, măsurată în metri. Deci

1 dioptrie = 1/m

De exemplu, o lentilă de 3 dioptrii are distanţa focală de $1/3 \approx 0{,}33$ m. Aceeaşi unitate de măsură este folosită frecvent pentru alte valori reciproce (inverse) ale unei distanțe, cum sunt razele de curbură şi vergența fasciculelor (razelor) optice. În cazul sistemelor convergente dioptriile sunt pozitive, iar sistemelor divergente, prin convenție li se atribuie dioptrii negative.

Termenul "dioptrie" a fost propus pentru prima dată de oftalmologul francez Felix Monoyer în 1872 şi ulterior a căpătat o utilizare universală, atât în rândul specialiştilor cât şi al publicului larg.

Avantajul dioptriei pentru caracterizarea lentilelor, în locul distenței focale, este acela că este o mărime "aditivă", în sensul că dacă două lentile subțiri sunt plasate aproape una de alta, dioptriile ansamblului se adună. De exemplu, dacă o lentilă de 2 dioptrii este suprapusă peste o lentilă de 1 dioptrie, prin combinarea lor rezultă o lentilă echivalentă de 3 dioptrii. Această proprietate uşurează foarte mult diagnosticarea vederii, prescripțiile de ochelari, interpretarea rețetelor etc. Astfel, dacă o persoană care suferă de miopie are nevoie pentru distanță de o lentilă de –2 dioptrii iar pentru citit are nevoie de 3 dioptrii suplimentare, ochelarii de citit prescrişi vor avea +1 dioptrii. De asemenea, atunci când oftalmologul determină lentilele necesare pentru un pacient, din trusa de lentile disponibilă poate face combinații de câte două (sau chiar trei) lentile suprapuse în acest scop (de exemplu, combină o lentilă de 3 dioptrii cu una de 0,5 dioptrii pentru a obține 3,5 dioptrii).

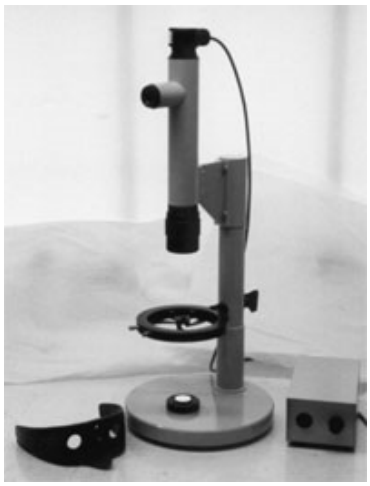
22.3 Dioptrimetre

Dioptrimetrul este un instrument de precizie cu care se poate determina (măsura) puterea optică a unui dispozitiv (sistem) optic. Utilizarea sa cea mai comună este la măsurarea puterii optice a lentilelor (convergente sau divergente).

La dioptrimetrele obişnuite lentila necunoscută se plasează pe traiectoria optică a instrumentului, şi din butonul de reglaj al dioptrimetrului se urmăreşte obținerea unei imagini clare sau focalizate pe reperul central al imaginii. Rezultatul se citeşte pe scara gradată a aparatului.

Există o varietate de aparate din această categorie, cu afişare analogică sau digitală, cu diferite clase de exactitate. Multe dintre acestea se pot utiliza şi pentru determinarea altor caracteristici ale sistemelor optice, ca aberația sferică sau

cromatică, curbura câmpului obiectivului sau ocularului, astigmatism, paralaxă etc. În figură sunt ilustrate două dioptrimetre de uz curent.



(atragem atenţia că termenul corect este "dioptrimetru", şi nu dioptimetru, aşa cum apare greşit în unele locuri).

23 Măsuri de îmbrăcăminte

Ultimele rezultate ale măsurărilor antropometrice, în special cele din unele state europene, arată că femeia "standard" europeană are măsurile 88-72-96 (adică bustul de 88 cm, talia de 72 cm şi circumferința şoldurilor de 96 cm). Din păcate, lipsa standardizării în domeniul măsurilor pentru îmbrăcăminte face ca pe etichetele hainelor care sunt în vânzare in diferite țări aceste măsuri să fie simbolizate în diverse forme, creând un adevărat haos şi multă bătaie de cap atât pentru cumpărători cât şi pentru revânzători.

Astfel, în cazul exemplului de mai sus, al unei femei cu măsurile 88-72-96, pe eticheta produsului ar apărea următoarele simboluri:

- 12 în Marea Britanie
- C38 în Norvegia, Suedia şi Finlanda
- 40 în Belgia şi Franța
- 38 în Germania şi Olanda
- 44 în Italia
- 44/46 în Portugalia şi Spania
- 10 în SUA şi Canada

Vânzările pe bază de catalog (inclusiv prin Internet) sunt cele mai afectate, peste 50% din produsele returnate fiind din cauza nepotrivirii dimensiunilor. O standardizare adecvată în domeniu ar fi convenabilă şi pentru producători, care ar putea oferi în cazul acesta o gamă de dimensiuni mai potrivită cerințelor reale ale clienților.

23.1 Tabele de echivalență a măsurilor de îmbrăcăminte

În continuare, sunt date tabele de echivalență între simbolurile larg utilizate în Statele Unite, Marea Britanie şi Europa continentală pentru rochii, bluze şi ciorapi de damă, cămăşi şi ciorapi bărbăteşti, costume (pantaloni, sacouri) şi pălării bărbăteşti.

În afară de simbolizarea măsurilor prin numere, se utilizează frecvent marcarea mai grosieră, în trepte de tipul XS (Extra Small), S (Small), M (Medium), L (Large), şi XL (Extra Large), completată uneori şi cu XXS şi XXL.

Rochii şi bluze de damă

USA	Marea Britanie	Europa
4	8	36
6	10	38
8	12	40
10	14	42
12	15	44
14	18	46
16	20	48
18	22	50

Ciorapi de damă

USA/ Marea Britanie	Europa
8	35
8,5	36
9	37
9,5	38
10	39
10,5	40
11	41

Cămăşi bărbăteşti

General	USA/ Marea Britanie	Europa
S	14	36
S	14,5	37
M	15	38
M	15,5	39
L	16	40
L	16,5	41
XL	17	42
XL	17,5	43
XXL	18	44
XXL	18,5	45

Şosete bărbăteşti

USA/ Marea Britanie	Europa
9,5	39
10	40
10,5	41
11	42
11,5	43
12	44
12,5	45

Costume bărbăteşti

USA/ Marea Britanie	Europa
32	42
34	44
36	46
38	48
40	50
42	52
44	54
46	56
48	58
50	60

Pălării bărbăteşti

USA	Marea Britanie	Europa
5 3/4	5 3/4	54
6	5 5/8	55
7	6	56
7	7	57
7 1/4	7	58
7 1/2	7	60

23.2 Un nou standard european pentru măsuri de îmbrăcăminte

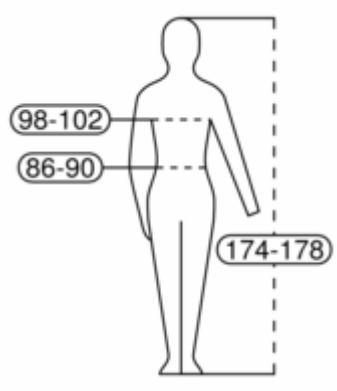
Standardul european EN 13402 este destinat etichetării dimensiunilor (măsurilor) diverselor piese de îmbrăcăminte. Este bazat pe dimensiunile corpului uman, exprimate în centimetri. A fost inițiat în 1996 de către CEN (Comisia Europeană de Standardizare) cu intenția de a crea un sistem nou şi modern de notare a măsurilor de îmbrăcăminte, care să înlocuiască multiplele simbolizări şi coduri practicate în țările europene.

El este bazat pe:

- dimensiuni ale corpului uman
- sistemul metric de unități (SI)
- datele unor studii antropometrice recente asupra populației Europei
- standarde internaționale similare existente (ex. ISO 3635 şi altele)

Standardul are patru părți. În prima parte sunt definite acele dimensiuni ale corpului care sunt utilizate pentru desemnarea măsurilor de îmbrăcăminte, împreună cu explicații anatomice şi indicații privind modul de măsurare:

circumferinţa capului, circumferinţa gâtului, toracele, umerii, bustul, talia, şoldul, înălţimea, lungimea interioară a piciorului, lungimea exterioară a piciorului, lungimea braţului, circumferinţa mâinii (pumnul), masa (greutatea) corpului. Toate dimensiunile se măsoară în centimetri, cu cât mai puţină îmbrăcăminte pe corp, iar masa corpului se măsoară în kilograme. În standard sunt date şi modele de pictograme (de felul celei ilustrate aici), care facilitează marcarea pe etichete a dimensiunilor independent de limbă.



În a doua parte a standardului este definită pentru fiecare tip de îmbrăcăminte o "dimensiune primară" (dimensiune principală), şi anume acea dimensiune a corpului pe baza căreia produsul va fi etichetat. Pentru unele tipuri de îmbrăcăminte este posibil ca o singură dimensiune să nu fie suficientă pentru selectarea piesei convenabile. În aceste cazuri, se pot adăuga la etichetă una sau două "dimensiuni secundare".

În tabelul următor sunt arătate dimensiunile primare şi cele secundare specificate în standard (dimensiunile secundare sunt date între paranteze).

Articol de îmbrăcăminte	**Bărbaţi**	**Femei**	**Băieţi**	**Fete**
Jachete, vestoane	umeri (înălţime, talie)	bust (înălţime, şold)	înălţime (umeri)	înălţime (bust)
Costume	umeri, talie (înălţime, lungime int. picior)	bust (înălţime, şold)	înălţime (umeri)	înălţime (bust)
Paltoane	umeri (înălţime)	bust (înălţime)	înălţime (umeri)	înălţime (bust)
Pantaloni, şorturi	talie (înălţime, lungime int. picior)	talie (înălţime, şold, lungime int. picior)	înălţime (talie)	înălţime (talie)
Fuste	—	talie (înălţime, şold)	—	înălţime (talie)

Rochii	—	bust (înălţime, şold, talie)	—	înălţime (bust)
Pulovere, jersee, veste tricotate	umeri (înălţime)	bust (înălţime)	înălţime (umeri)	înălţime (bust)
Cămăşi	circumferinţa gâtului (înălţime, lungime braţ)	—	înălţime (circumferinţa gâtului)	—
Bluze	—	bust (înălţime)	—	înălţime (bust)
Chiloţi	talie (înălţime)	talie (înălţime, şold)	înălţime (talie)	înălţime (talie)
Veste	umeri (înălţime)	bust (înălţime)	înălţime (umeri)	înălţime (bust)
Pijamale, cămăşi de noapte	umeri (înălţime, talie)	bust (înălţime, talie, şold)	înălţime (umeri)	înălţime (bust)
Costume de baie	talie (înălţime, umeri)	bust (înălţime, şold)	înălţime (umeri, talie)	înălţime (bust)
Sutiene	—	bust (mărime sâni)	—	bust (mărime sâni)
Corsete/superioare şi întregi	—	bust (înălţime, şold, talie)	—	—
Corsete/inferioare	—	talie, şold (înălţime)	—	—
Ciorapi-pantalon	—	înălţime (talie, greutate)	înălţime	înălţime
Ciorapi	—	lungime picior		
Şosete	lungime picior			
Mănuşi	circumferinţa mâinii (pumnului)			
Pălării	circumferinţa capului			

În a treia parte a standardului sunt definite numere preferate pentru dimensiunile primare şi cele secundare. Pe eticheta produsului nu trebuie marcată valoarea medie a dimensiunii primare (de ex. "înălţime: 176") ci intervalul corespunzător treptei în care se situează aceasta (adică, "înălţime: 172-180"). Astfel, pentru înălţime în general standardul recomandă următoarele intervale (în trepte de câte 8 cm):

Înălţime	...	160	168	176	184	192	200	...
Interval	...	156-164	164-172	172-180	180-188	188-196	196-204	...

Pentru pantaloni, treptele recomandate sunt de 4 cm (în loc de 8 cm).

Sunt definite în mod asemănător, în tabele, alte dimensiuni recomandate, dintre care unele sunt date în cele ce urmează.

La **bărbaţi,** unul din tabele specifică perechile de valori asociate, pentru dimensiunea umerilor şi taliei:

Umeri	84	88	92	96	100	104	108	112	116	120	126	132
Interval	82-86	86-90	90-94	94-98	98-102	102-106	106-110	110-114	114-118	118-123	123-129	129-135
Talie	72	76	80	84	88	92	96	100	104	108	114	120
Interval	70-74	74-78	78-82	82-86	86-90	90-94	94-98	98-102	102-106	106-111	111-117	117-123

Acest tabel a fost întocmit presupunând o diferenţă de 12 cm între umeri şi talie. Tabele similare sunt prezentate pentru valori diferite, de ex. de 16 cm şi de 8 cm, în aceste cazuri unei lăţimi de 100 cm a umerilor corespunzându-i o talie de 84 cm, respectiv de 92 cm.

O asociere asemănătoare se sugerează între circumferinţa gâtului şi lăţimea umerilor, ca în următorul tabel:

Gât	37	38	39	40	41	42	43
Interval	36.5-37.5	37.5-38.5	38.5-39.5	39.5-40.5	40.5-41.5	41.5-42.5	42.5-43.5
Umeri	88	92	96	100	104	108	112
Gât	44	45	46.5	48	49.5	51	
Interval	43.5-44.5	44.5-45.8	45.8-47.3	47.3-48.8	48.8-50.3	50.3-51.1	
Umeri	116	120	126	132	138	144	

Lungimea braţului poate fi asociată cu înălţimea conform acestui tabel:

Înălţime	156	160	164	168	172	176	180	184	188	192	196	200
Braţ	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
Interval	59-60	60-61	61-62	62-63	63-64	64-65	65-66	66-67	67-68	68-69	69-70	70-71

Numeroase alte tabele similare cuprind perechi de valori stabilite plecând de alte diferenţe ale dimensiunilor considerate.

Mai jos este dat un exemplu analog pentru îmbrăcăminte de **femei.** De pildă, dimensiunile standard asociate între ele pentru bust, talie şi şold sunt după cum urmează:

Bust	76	80	84	88	92	96	100	104
Interval	74-78	78-82	82-86	86-90	90-94	94-98	98-102	102-107
Talie	60	64	68	72	76	80	84	88
Interval	58-62	62-66	66-70	70-74	74-78	78-82	82-86	86-91
Şold	84	88	92	96	100	104	108	112
Interval	82-86	86-90	90-94	94-98	98-102	102-106	106-110	110-115

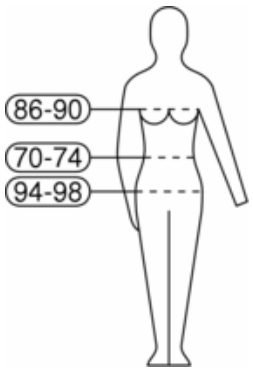
Bust	110	116	122	128	134	140	146	152
Interval	107-113	113-119	119-125	125-131	131-137	137-143	143-149	149-155
Talie	94	100	106	112	118	124	130	136
Interval	91-97	97-103	103-109	109-115	115-121	121-127	127-133	133-139
Şold	117	122	127	132	137	142	147	152
Interval	115-120	120-125	125-130	130-135	135-140	140-145	145-150	150-155

Aşa cum s-a amintit, standardul prevede şi pictograme (reprezentări grafice intuitive) ale dimensiunilor caracteristice. De exemplu, pentru datele din tabelul precedent se poate folosi pictograma din figură.

Pentru îmbrăcămintea la care se pot accepta trepte mai mari între măsuri, standardul defineşte şi un cod literal, care se referă la măsura umerilor în cazul bărbaţilor şi la bust în cazul femeilor.

Treapta	Cod	Umeri (bărbaţi)	Bust (femei)
extra extra small	**XXS**	70-78	66-74
extra small	**XS**	78-86	74-82
small	**S**	86-94	82-90
medium	**M**	94-102	90-98
large	**L**	102-110	98-106
extra large	**XL**	110-118	107-119
extra extra large	**XXL**	118-129	119-131
extra extra extra large	**3XL**	129-141	131-143

Aceste trepte pot fi completate în jos şi în sus cu intervale suplimentare, de tipul 3XS sau 4XL şi 5XL.



A patra parte a standardului urmează să definească un sistem de codificare pentru măsurile de îmbrăcăminte. Iniţial acesta fusese gândit pentru utilizare în relaţiile dintre producători şi revânzători, în special pentru evidenţa stocurilor şi comenzi pe bază de catalog, dar ulterior şi consumatorii şi-au exprimat dorinţa de a avea la dispoziţie un set de coduri compacte, în scopuri de comunicare.

Au fost discutate mai multe variante de codificare, la care s-a renunţat pe rând. Una din ultimele variante constă într-un cod alfanumeric cu 5 caractere, format din cele 3 cifre ale dimensiunii primare (în centimetri) urmate de una sau două litere care simbolizează dimensiunile secundare relevante. De exemplu, o rochie de damă pentru un bust de 100 cm (dimensiunea primară), talie de 88 cm şi şold de 108 cm (dimensiuni secundare) ar putea fi simbolizată cu 100BG.

24 Măsuri de încălțăminte

Măsura (sau "numărul") de pantof (încălțăminte) este o indicație numerică a mărimii unei încălțăminte, astfel încât aceasta să se "potrivească" cu piciorul persoanei care o poartă. Azi există în lume mai multe sisteme de numerotare a mărimii încălțămintei. În unele regiuni asemenea sisteme multiple există chiar în interiorul aceleiaşi țări, fapt ce – în mod evident – creează dificultăți în comerț şi îngreunează – sau face chiar imposibilă – comanda sau achiziționarea unei încălțăminte doar pe baza numerotării, fără a fi încercată pe picior.

Lungimea (labei) piciorului este în mod obişnuit definită ca distanța orizontală dintre două linii paralele, perpendiculare pe picior, una atingând vârful celui mai proeminent deget şi cealaltă tangentă la partea posterioară a gleznei. La măsurarea acestei lungimi persoana trebuie să stea în picioare, cu greutatea corpului distribuită egal între cele două picioare.

Lungimea golului interior al încălțămintei trebuie să depăşească cu 15...20 mm lungimea labei piciorului, în funcție şi de tipul, rigiditatea şi destinația încălțămintei.

Sistemele de numerotare a încălțămintei pot fi bazate pe una din următoarele dimensiuni:

a) lungimea medie a (labei) piciorului pe care încălțămintea respectivă se potriveşte;

b) lungimea golului interior al încălțămintei;

c) lungimea "calapodului" pe care a fost fabricată încălțămintea.

Aceste trei dimensiuni pot diferi destul de mult la aceeaşi încălțăminte.

Sistemele tradiționale de numerotare a încălțămintei, utilizate în diferite țări, nu sunt standardizate. Mai mult, încălțămintea produsă de diferiți fabricanți poate prezenta variații mari chiar dacă ei folosesc acelaşi sistem de numerotare. Ca urmare, orice măsură (număr) de încălțăminte are o valoare doar orientativă.

24.1 Numere de pantofi în diverse regiuni / țări

Europa continentală. În Franța, Germania, Italia, Spania şi majoritatea altor statelor europene, în mod tradițional numărul încălțămintei este dat de lungimea calapodului, exprimată în unitatea numită punct de Paris (*Paris point*), egal cu 0,67 cm. Explicația introducerii acestei unități a fost inițial dorința utilizării sistemului SI, dar treptele de câte 1 cm s-au dovedit prea mari, iar cele de 0,5 cm prea mici, aşa că s-a optat pentru această valoare intermediară.

De obicei lungimea calapodului depăşeşte cu 2 cm lungimea (labei) piciorului. În consecință, numărul pantofului se poate calcula cu formula

$$\text{numărul pantofului} = \frac{\text{lungimea calapodului}}{\frac{2}{3}} = \frac{\text{lungimea piciorului} + 2\text{cm}}{\frac{2}{3}}$$

Marea Britanie, Australia, Noua Zeelandă, Africa de Sud. Baza de calcul este lungimea calapodului, în inch, multiplicată cu 3, minus o constantă K (treptele numerotării sunt de câtre o treime de inch). Pentru bărbaţi, această constantă este K=22,5, iar pentru femei diferă în cele patru ţări: K=19,5 (Marea Britanie, Africa de Sud) şi respectiv K=20,5 (Australia, Noua Zeelandă).

SUA, Canada. Calculul este similar cu cel de mai sus (pentru Marea Britanie etc.), dar constanta K diferă la încălţămintea de bărbaţi, de femei şi de copii. Pentru bărbaţi, K=22, pentru femei sunt două variante: K=20,5 (varianta comună) sau K=21 (varianta FIA – *Footwear Industries of America*), iar pentru copii K=9,67 (independent de sex). Prin urmare, faţă de mărimea unui pantof bărbătesc, pantoful de damă de aceleaşi dimensiuni poartă un număr cu 1,5 sau cu 1 mai mare, iar unul de copil cu 12,33 mai mare.

Japonia, Coreea. În Japonia numărul pantofilor este egal cu lungimea în centimetri (în trepte de 0,5 cm), iar în Coreea este egal cu lungimea piciorului în milimetri.

24.2 Standarde internaţionale

Mai multe standarde, atât naţionale cât şi internaţionale (ex. ISO 9407), recomandă sistemul de numerotare a pantofilor denumit *Mondopoint*. Acesta este bazat pe lungimea medie a piciorului căruia i se potriveşte încălţămintea respectivă, exprimată în milimetri.

Opţional, sistemul poate specifica şi lăţimea piciorului, în milimetri. Alte moduri de desemnare a lăţimii (circumferinţa labei în zona de la baza degetelor) folosesc litere, câteva din cele mai obişnuite fiind următoarele (fiecare începând cu lăţimea minimă:

- N, M, W, XW
- AAAA, AAA, AA, A, B, C, D, E, EE, EEE, EEEE
- 4A, 3A, 2A, A, B, C, D, E, 2E, 3E, 4E

Aceste notaţii sunt utilizate de diverşi fabricanţi în mod neuniform.

Prevederi privind măsurile de pantofi sunt prevăzute şi în standardul european EN 13402 referitor la măsurile de îmbrăcăminte. Acesta recomandă o numerotare pornind de la intervalele de valori ale lungimii piciorului potrivit pantofului, exprimate în centimetri.

Tabelul următor sintetizează echivalenţele dintre cele mai importante sisteme trecute aici în revistă, cu observaţia că valorile sunt doar orientative.

Mondopoint	225	232	240	247	255	262	270	277	285	292	300	307	315
Europa	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
Marea Britanie	3	4	5	6	6,5	7	8	9	9,5	10	11	12	13
SUA femei	5	6	7	7,5	8	9	10						
SUA bărbați	3	4	5	6	7	7,5	8	9	10	11	12	13	14

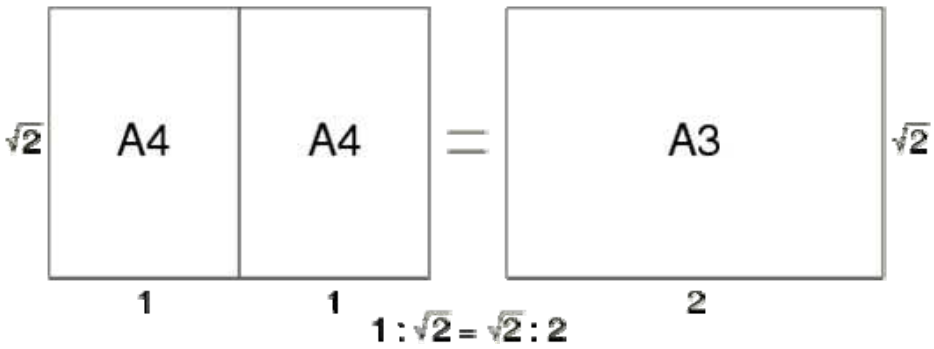
Lățimi	
	N (Îngust - *Narrow*)
	M (Normal - *Medium*)
	W (Lat - *Wide*)
	XW (Extra Lat - *Extra Wide*)

25 Formate şi dimensiuni standard pentru hârtie

Pentru documente, cărţi, reviste, afişe etc., în birouri, edituri, tipografii şi în alte locuri sunt utilizate hârtii de formate şi dimensiuni standardizate internaţional. Peste 90% din populaţia globului (aproape în toate ţările, cu excepţia SUA şi Canada) se conformează standardului ISO 216 (publicat pentru prima dată în 1975), a cărui origine este standardul german DIN 476 (1922).

25.1 Conceptul ISO de formate şi dimensiuni pentru hârtie

În sistemul ISO, toate paginile au forma unui dreptunghi având raportul laturilor egal cu $\sqrt{2}$ = 1,4142. Acest raport este deosebit de convenabil pentru dimensiunea unei hârtii: dacă se pun două formate egale unul lângă altul, pe latura mare a dreptunghiului, se obţine un format de arie dublă, cu acelaşi raport al laturilor. De exemplu:



Dimensiunile hârtiilor ISO respectă sistemul metric. În sistemul de bază al ISO 216, seria A de formate, ele sunt definite conform următoarelor principii:

- raportul dimensiunilor tuturor formatelor este $\sqrt{2}$ = 1,4142;
- formatul A0 are aria de un metru pătrat;
- aria formatului A1 este jumătate din A0, A2 jumătate din A1, A3 jumătate din A2 etc.;
- înălţimea şi lăţimea formatelor standardizate sunt rotunjite la 1 milimetru.

Pentru aplicaţii la care formatele din această serie nu sunt convenabile, mai sunt definite seria B şi seria C, în modul următor:

- Înălțimea şi lățimea formatelor din seria B sunt egale cu media geometrică a dimensiunilor fiecărui format A şi ale celui imediat superior. De exemplu, B1 este media geometrică între A1 şi A0. Seria B este destinată în special cărților.
- În mod similar, formatele seriei C sunt mediile geometrice între seriile A şi B cu acelaşi număr. Aceste formate au fost destinate plicurilor, gândite astfel ca formatele A să încapă comod în formatele C corespunzătoare. De exemplu, o foaie A4 va încăpea perfect într-un plic C4.

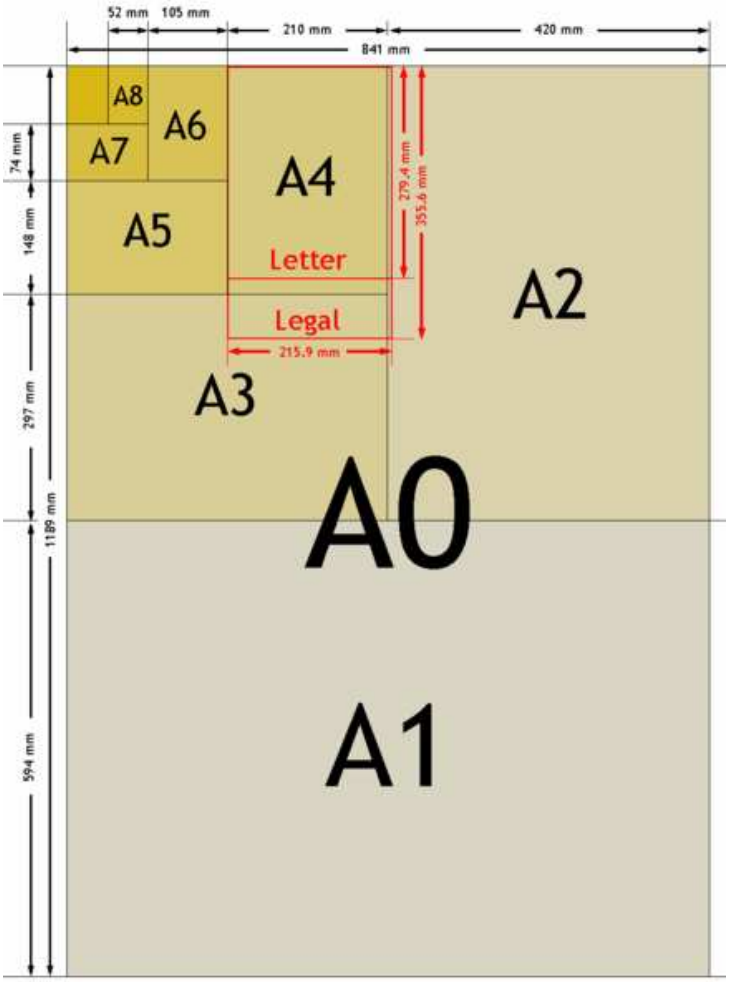
Dimensiunile standardizate conform ISO 216, în milimetri, sunt următoarele:

Formatele seriei A		**Formatele seriei B**		**Formatele seriei C**	
A0	841 × 1189	B0	1000 × 1414	C0	917 × 1297
1	594 × 841	B1	707 × 1000	C1	648 × 917
A2	420 × 594	B2	500 × 707	C2	458 × 648
A3	297 × 420	B3	353 × 500	C3	324 × 458
A4	210 × 297	B4	250 × 353	C4	229 × 324
A5	148 × 210	B5	176 × 250	C5	162 × 229
A6	105 × 148	B6	125 × 176	C6	114 × 162
A7	74 × 105	B7	88 × 125	C7	81 × 114
A8	52 × 74	B8	62 × 88	C8	57 × 81
A9	37 × 52	B9	44 × 62	C9	40 × 57
A10	26 × 37	B10	31 × 44	C10	28 × 40

Toleranțele admise sunt ±1,5 mm pentru dimensiuni până la 150 mm, ±2 mm pentru dimensiuni între 150 mm şi 600 mm, şi ±3 mm pentru dimensiuni peste 600 mm (unele standarde naționale specifică toleranțe mai mici).

Nu toate formatele ISO au o utilizare largă în practică. De departe cel mai frecvent folosit în birouri este A4. În general, principalele utilizări sunt:

A0, A1	desene tehnice, postere, afişe
A2, A3	desene, diagrame, tabele de dimensiuni mari, ziare
A4	scrisori, documente diverse, reviste, formulare, cataloage, cărţi, tipărituri, copii imprimante şi copiatoare
A5	notesuri
A6	cărţi poştale, microfişe de bibliotecă, şervețele, hârtie igienică
B5, A5, B6, A6	cărţi
C4, C5, C6	plicuri
B7	paşapoarte
A7	carduri de identitate,



Formatele standard ISO sunt foarte avantajoase pentru utilizatorii copiatoarelor şi imprimantelor, tipografilor, fotografilor, bibliotecarilor etc. În majoritatea cazurilor, raportul constant dintre cele două dimensiuni simplifică trecerea de la un format la altul, mărirea şi micşorarea fără spațiu pierdut, tipizarea coperților, dosarelor, mapelor, rafturilor.

In figura de mai sus sunt reprezentate schematic formatele de la A0 la A8, iar informativ sunt schițate şi formatele "americane" Letter şi Legal.

25.2 Dimensiuni pentru plicuri

Pentru trimiteri poştale, ISO 269 defineşte următoarele formate de plicuri:

Format	Dimensiuni. mm	Formatul conținutului
C6	114 × 162	A4 pliat de două ori = A6
DL	110 × 220	A4 pliat de două ori = 1/3 A4
C6/C5	114 × 229	A4 pliat de două ori = 1/3 A4
C5	162 × 229	A4 pliat o dată = A5
C4	229 × 324	A4
C3	324 × 458	A3
B6	125 × 176	plic C6
B5	176 × 250	plic C5
B4	250 × 353	plic C4
E4	280 × 400	B4

Formatul DL este unul din cel mai des folosite, în special în corespondența comercială şi oficială. Originea denumirii este probabil "DIN lang", dar ISO o atribuie expresiei "Dimension Lengthwise". Deşi formatul este oarecum în afara sistemului ISO, el este foarte practic şi comod: o coală A4 îndoită în trei încape perfect în plic.

25.3 Alte formate ISO

Uneori sunt necesare formate cu alte rapoarte ale dimensiunilor, de exemplu pentru etichete, bilete, "fluturaşi" sau altele. De preferință, acestea pot fi obținute prin decuparea formatelor standard în 3, 4 sau 8 părți egale, paralel cu latura cea mai mică. Câteva exemple:

1/3 A4	99 × 210 mm
1/4 A4	74 × 210 mm
1/8 A4	37 × 210 mm
1/4 A3	105 × 297 mm
1/3 A5	70 × 148 mm

ISO 7943-1 specifică două formate pentru (retro)proiectoare: tipul A, de 250 × 250 mm (colţurile rotunjite cu o rază sub 60 mm) şi tipul B, de 285 × 285 mm (colţurile rotunjite cu o rază sub 64 mm).

ISO 7810 prescrie dimensiuni pentru cărţi de vizită şi carduri: formatul ID-1 = 85,60 × 53,98 mm, ID-2 = 105 × 74 mm (= A7) şi ID-3 = 125 × 88 mm (= B7). ID-1 este folosit curent pentru carduri bancare, cărţi de vizită şi permise de conducere auto.

Toate formatele prezentate până aici sunt cu dimensiunile finale, după decupare. ISO defineşte şi formate brute, pentru hârtii nedecupate, care prevăd anumite margini de tăiere. De obicei, în aceste cazuri tăierea se face după legare sau broşare, la formatul final, ceea ce permite – de exemplu – tipărirea până la marginile de tăiere. Seriile ISO de formate brute sunt denumite RA şi SRA: seria RA conţine formate cu 5% mai mari, iar seria SRA cu 15% mai mari. Formatele standardizare sunt următoarele:

Formatele seriei RA		**Formatele seriei SRA**	
RA0	860 × 1220 mm	SRA0	900 × 1280 mm
RA1	610 × 860 mm	SRA1	640 × 900 mm
RA2	430 × 610 mm	SRA2	450 × 640 mm
RA3	305 × 430 mm	SRA3	320 × 450 mm
RA4	215 × 305 mm	SRA4	225 × 320 mm

25.4 Formate de hârtie folosite în SUA şi Canada

Statele Unite şi Canada sunt în prezent singurele ţări industrializate în care formatele ISO nu sunt utilizate. În aplicaţiile de birou formatele obişnuite sunt: "Letter" (216 × 279 mm), "Legal" (216 × 356 mm), "Executive" (190 × 254 mm) şi "Ledger/Tabloid" (279 × 432 mm). Există de asemenea standardele naţionale ANSI/ASME Y14.1 şi ANSI X3.151-1987 care prescriu formate pentru desene tehnice.

Formatele predominante Letter, Legal şi Executive figurează ca opţiuni practic pe toate imprimantele de birou care se fabrică actualmente. Cele mai multe

documente americane folosesc formatul Letter, care apare ca "implicit" (default) pe aceste imprimante. Mulți utilizatori din România neglijează să schimbe formatul hârtiei de la Letter la A4 (unii nici nu ştiu de această setare) şi la imprimare pe A4 sunt contrariați că rezultatul nu este cel dorit.

De altfel, predominanța formatului Letter în documentele americane produce multă bătaie de cap partenerilor din diferite continente. Formatul A4 este cu 6 mm mai îngust, dar cu 18 mm mai înalt decât Letter, şi de aceea tipărirea pe A4 a unui document redactat în Letter se face deseori defectuos, dacă în prealabil nu se reformatează textul. Acelaşi lucru se poate întâmpla şi în cazul invers, la tipărirea în formatul Letter a unui document redactat în A4.

Sistemul american de formate a hârtiei este lipsit de orice fundament logic, raportul dimensiunilor nu se păstrează la trecerea de un format la altul, tipărirea cu mărire sau micşorare se poate face numai cu pierdere de hârtie, iar tipizarea documentelor este mai anevoioasă. Situația este asemănătoare cu cea din domeniul unităților de măsură, unde sistemul anglo-saxon este recunoscut (chiar şi de americani) ca fiind inferior sistemului SI. Oficialitățile americane doresc trecerea la unități SI (ceea ce s-a şi făcut în domeniul fizicii şi parțial al ingineriei), dar reticența populației este foarte mare şi încă nu se întrevede momentul generalizării lor.

26 Teste pentru măsurarea inteligenţei

Un mod foarte răspândit şi aproape universal acceptat (în special în SUA şi Europa de vest) de caracterizare a inteligenţei este cel prin intermediul "coeficientului de inteligenţă" *IQ* (intelligence quotient). Ce este de fapt acest *IQ* ?

Coeficientul de inteligenţă *IQ* este un coeficient rezultat din aplicarea unui subiect a unuia sau mai multor teste specifice, standardizate, destinate măsurării (determinării) inteligenţei. Aceste teste sunt utilizate pe scară largă deoarece s-a ajuns la concluzia că ele pot prezice (predetermina) realizările intelectuale viitoare ale subiectului, în primul rând abilităţile sale de a învăţa, capacitatea sa mentală în general.

Cu siguranţă, *IQ* este puternic corelat – probabil mai mult decât oricare alt parametru unic măsurabil – cu eficienţa unei persoane într-o multitudine de domenii, economice, sociale, ocupaţionale, educaţionale etc. Se consideră că în unele din aceste domenii (de exemplu educaţie, instruirea militară, management, anumite profesiuni) coeficientul *IQ* este deosebit de semnificativ. Un coeficient *IQ* înalt constituie un avantaj în viaţă întrucât practic toate activităţile reclamă o seamă de raţionamente şi luări de decizii; în acelaşi timp, un *IQ* scăzut reprezintă un handicap, în deosebit în mediile dezorganizate.

Testele de *IQ* au devenit instrumente ştiinţifice importante ale creşterii eficienţei învăţământului american. În prezent în SUA există câteva mii de tipuri de teste de inteligenţă, şi anual sunt efectuate mai multe sute de milioane de teste *IQ* standardizate pentru copii şi pentru adulţi.

Iniţial, testele *IQ* au fost utilizate pentru depistarea persoanelor cu inteligenţă redusă, în special a copiilor retardaţi, pentru a fi încadraţi în programe speciale de educaţie. Primele teste *IQ* au fost proiectate pentru a compara nivelul de inteligenţă al copiilor cu un nivel "mediu" considerat ca normal pentru vârsta respectivă. Astăzi testele *IQ* sunt aplicate mai mult adulţilor decât copiilor. Testele caută să stabilească potenţialul mental real al unui adult, independent de cultura sa, prin comparaţie cu potenţialul mediu al unui număr mare de adulţi supuşi *aceluiaşi* test. Deci rezultatele obiective ale unui adult sunt comparate cu rezultatele medii ale altor adulţi, şi nu cu un nivel de inteligenţă arbitrar, preconceput.

Testele *IQ* sunt utilizate la angajarea candidaţilor în diverse posturi, la concursuri, la examenele de admitere, pentru controlul de rutină al salariaţilor unor companii, in scopul selecţionării personalului sau echipelor alocate unui proiect, în cadrul unor cursuri sau altor forme de instruire profesională etc. – în general ca un criteriu obiectiv de apreciere a gradului de adecvare a unor indivizi la o funcţie pe care o ocupă sau urmează să o ocupe.

Pe de altă parte, există şi o reacţie din partea unor psihologi şi sociologi, care contestă valoarea acestor teste, mergând până acolo încât să le declare simple divertismente sau trucuri fără valoare ştiinţifică. Disputa pe această temă a avut un apogeu în anii '80-'90, dar acum numărul opozanţilor testelor *IQ* a rămas relativ mic. Majoritatea specialiştilor cred că actualele teste *IQ* sunt dintre cele mai precise, fiabile şi valide teste psihologice, redând cele mai importante caracteristici ale conceptului general acceptat de inteligenţă; tot ei atrag însă atenţia că aceste teste nu pot şi nici nu caută să măsoare creativitatea, caracterul, personalitatea, înclinaţiile artistice sau alte trăsături importante care diferenţiază indivizii.

S-a constatat că valoarea *IQ* pentru o persoană este relativ stabilă în cursul vieţii sale. Tot ca o concluzie a ultimei jumătăţi de secol, valoarea medie a *IQ* pentru multe populaţii are o uşoară tendinţă de creştere, de ordinul 2...3 puncte pe deceniu, în special în zona inferioară a domeniului de valori; fenomenul este numit efect *Flynn*. Nu este clar dacă e vorba de schimbări efective ale potenţialului intelectual sau doar de probleme metodologice legate de testele mai vechi.

26.1 Definiţii ale inteligenţei

Deşi toată lumea are o reprezentare intuitivă destul de precisă despre ce înseamnă inteligenţă, puţini ar putea să-i dea o definiţie formală pertinentă şi cuprinzătoare. În general, se consideră că inteligenţa este o proprietate a minţii care reuneşte capacităţile de a raţiona, a planifica, a rezolva probleme, a gândi abstract, a folosi limbajul şi a învăţa. Nu trebuie însă incluse aici proprietăţi ale omului cum sunt creativitatea, personalitatea, caracterul, cunoştinţele sau înţelepciunea.

Una din definiţiile de largă acceptabilitate, provenind din "*Mainstream Science on Intelligence*", semnată de 52 cercetători în 1994, este următoarea:

"Inteligenţa este o capabilitate mentală foarte generală care, printre altele, implică abilitatea de a raţiona, a planifica, a rezolva probleme, a gândi abstract, a înţelege idei complexe, a învăţa rapid şi a învăţa din experienţă. Nu este doar învăţarea din cărţi, o competenţă academică îngustă, sau îndemânarea la testări. Mai de grabă, inteligenţa reflectă a capacitate mai largă şi mai profundă de a înţelege pe deplin mediul înconjurător, a pricepe, a "prinde" sensul lucrurilor, a deduce ce este de făcut."

O altă definiţie (mai mult o perifrazare a ideii) este extrasă dintr-un raport al "*American Psychological Association*" din 1995:

"Indivizii diferă între ei prin abilitatea de a înţelege idei complexe, de a se adapta efectiv la mediu, de a învăţa din experienţă, de a se angaja în diferite forme de raţionament, de a depăşi obstacolele prin gândire. Deşi aceste diferenţe individuale pot fi importante, ele nu sunt complet reproductibile: performanţa intelectuală a unei persoane poate varia în ocazii diferite, în domenii diferite sau judecate după criterii diferite. Conceptul de inteligenţă este o încercare de a clarifica şi a organiza acest set complex de fenomene. Cu toate că în anumite direcţii s-au obţinut rezultate considerabile, nici o asemenea conceptualizare nu a răspuns încă la toate întrebările importante şi nu se bucură de un consens general.

Astfel, când peste douăzeci de teoreticieni eminenţi au fost solicitaţi recent să definească inteligenţa, ei au dat tot atâtea definiţii întrucâtva diferite."

Iată şi alte definiţii: "judecată, bun-simţ, simţ practic, iniţiativă, adaptabilitate la circumstanţe, autocritică" (*A. Binet*); "capacitate globală de a acţiona cu un anumit scop, de a judeca raţional, de a trata cu eficacitate mediul înconjurător" (*D. Wechsel*); "abilitate cognitivă generală înnăscută" (*C. Burt*); "set de abilităţi de a rezolva probleme şi a depăşi dificultăţi, potenţial de a identifica şi a crea probleme în vederea realizării unor produse sau dobândirii de noi cunoştinţe" (*H. Gardner*); "...abilitate cognitivă" (*Herrnstein, Murray*); ...comportare orientată spre scop şi adaptivă" (*Sternberg, Salter*); "o minte ascuţită, abilitate analitică puternică, judecată bună, capacitate de a gândi strategic şi multidimensional" (*J. Kotter).*

Există şi propunerea simplificatoare de a defini inteligenţa ca "tot ce se măsoară prin teste de inteligenţă". Evident, o asemenea definiţie este inacceptabilă, ea conducând la un cerc vicios (pentru a testa inteligenţa, trebuie mai întâi să o defineşti...).

Teorii mai recente sugerează că inteligenţa este rezultatul unor abilităţi distincte şi independente, care contribuie la performanţa umană. De exemplu, *H. Gardner* a studiat copii şi adulţi atât normali, cât şi supradotaţi sau cei care au suferit leziuni ale creierului. El distinge cel puţin opt componente diferite ale inteligenţei: logică, lingvistică, spaţială, muzicală, kinestetică, naturalistă, intrapersonală şi interpersonală, susţinând că testele psihometrice actuale vizează numai inteligenţele logică, lingvistică şi, în parte, cea spaţială. *R. Sternberg* deosebeşte trei aspecte fundamentale ale inteligenţei – analitică, creativă şi practică, sugerând necesitatea unui echilibru între prima şi celelalte două. *D. Goleman* şi alţii au dezvoltat conceptul de inteligenţă emoţională, susţinând că este cel puţin la fel de importantă ca şi componentele tradiţionale.

26.2 Teste "de inteligenţă"

Ideea testării inteligenţei nu este nouă; conform unor surse, încă prin anii 2200 Î.C. împăraţii chinezi supuneau unor teste de "aptitudini" candidaţii la anumite servicii publice. Bazele procedeelor moderne de testare a inteligenţei au fost puse de *A. Binet* şi *Th. Simon,* la începutul secolului XX. Deşi scopul lor fusese diagnosticarea copiilor retardaţi mintal, trăsăturile principale ale metodei lor s-au păstrat şi în testele actuale.

Cele mai răspândite teste de inteligenţă sunt astăzi (în special în SUA) cele denumite *Stanford-Binet-5 (SB5)* şi *Wechsel Intelligence Scale-Fourth Edition (WISC-IV).* În tabelul următor sunt rezumate cele mai uzuale teste de inteligenţă.

Test	Interval de vârstă	Descriere
Stanford-Binet Intelligence Scale, Fifth Edition (SBIS-V)	2 ... 90+	Stabileşte punctajul general, şi în plus evaluează fluiditatea raționamentului, cunoştințele generale, procesarea vizual-spațială, memoria de lucru, abilitatea de a compara performanța verbală cu cea non-verbală.
Wechsler Intelligence Scale for Children, Fourth Edition (WISC-IV)	6 ... 16	Stabileşte punctajul general şi punctaje pentru comprehensiunea verbală, memoria de lucru, raționamentul perceptual şi viteza de procesare.
Woodcock-Johnson III Tests of Cognitive Abilities	2 ... 90+	Dă o măsură a aptitudinilor intelectuale generale, şi de asemenea pentru memoria de lucru şi funcțiile de execuție.
Cognitive Assessment System (CAS)	5 ... 17	Bazat pe teoria "PASS", măsoară abilitățile de planificare, atenție, procesele cognitive simultane şi succesive
Wechsler Adult Intelligence Scale (WAIS)	16 ... 89	Oferă punctaje general, verbal şi de performanță, comprehensiune verbală, organizare perceptuală, memorie de lucru, viteză de procesare.
Comprehensive Test of Nonverbal Intelligence (CTONI)	6 ... 18	Proiectat special pentru copiii dezavantajați de testele tradiționale care pun accent pe limbă.
Universal Nonverbal Intelligence Test (UNIT)	5 ... 17	Proiectat pentru copiii dezavantajați de testele tradiționale care pun accent pe limbă, este integral non-verbal.
Kaufman Assessment Battery for Children (KABC)	6 ... 12	Măsoară abilități de procesare simultane şi secvențiale, cu subprograme pentru nivel academic.

Atunci când un test de *IQ* este aplicat copiilor, este important ca ei să fie avertizați asupra caracterului special al acestuia, nefiind vorba de un test finalizat printr-o notare de tipul "reuşit-nereuşit", sau un test care să necesite o pregătire prealabilă a subiectului. Testele de *IQ* includ de obicei întrebări cu mai multe (4-5) răspunsuri posibile, dintre care trebuie bifat cel corect, evaluate în sistem "grilă".

Întrebările au naturi foarte variate: cunoştinţe de toate zilele, asamblarea unor figuri colorate după anumite reguli, identificarea unor asemănări între concepte sau simboluri scrise, succesiunea logică a unor şiruri de figuri geometrice, numere sau simboluri, asemănări sau diferenţe între obiecte sau vietăţi (ex.: care din cele cinci obiecte figurate se aseamănă cel mai puţin cu celelalte?) etc. Trebuie asigurate condiţii de confort în timpul testului, pauze adecvate, limitarea duratei totale a testului la 1,5...2 ore.

În afară de *standardizarea* testelor în ce priveşte regulile de desfăşurare, modul de administrare şi punctare etc., ele trebuie de asemenea *normate*, în sensul că ele sunt în prealabil aplicate unui mare număr de grupuri de subiecţi din aceeaşi categorie ca şi cea a destinatarilor testului (de ex. după categoria de vârstă, limbă vorbită, apartenenţă socială etc.) pentru stabilirea valorii medii a punctajului realizat. În mod convenţional valorii medii a punctajului obţinut de grupurile "de referinţă" i se atribuie punctajul 100, celelalte valori fiind repartizate de regulă după o curbă în formă de clopot (distribuţia normală sau curba lui Gauss). Valorile superioare realizate vor fi notate cu punctaj peste 100, iar cele inferioare cu punctaj sub 100. Practic, datorită distribuţiei gaussiene, majoritatea punctajelor într-un test vor fi situate între 70 şi 145, cei notaţi peste 130...140 fiind consideraţi cu un *IQ* foarte ridicat, iar cei sub 70...75 fiind la limita de jos a coeficientului de inteligenţă.

În felul acesta, reiese că în fond orice test de inteligenţă este unul *relativ*, el compară *performanţa* unui subiect cu *performanţa medie* a unui număr mare de subiecţi din aceeaşi categorie (de regulă de ordinul miilor). Nu se poate pune problema unei referinţe absolute, stabilită arbitrar (de pildă, postulându-se că un anumit număr de răspunsuri corecte ar însemna inteligenţă medie, alte numere corespunzând unor inteligenţe bune sau foarte bune etc.). Referinţa este totdeauna o valoare medie determinată experimental. Acest caracter relativ al testelor de *IQ* este deseori trecut cu vederea de publicul larg, care a aflat doar "după ureche" de conceptul *IQ* şi îşi imaginează că gradul de inteligenţă se apreciază după criterii convenţionale, arbitrare.

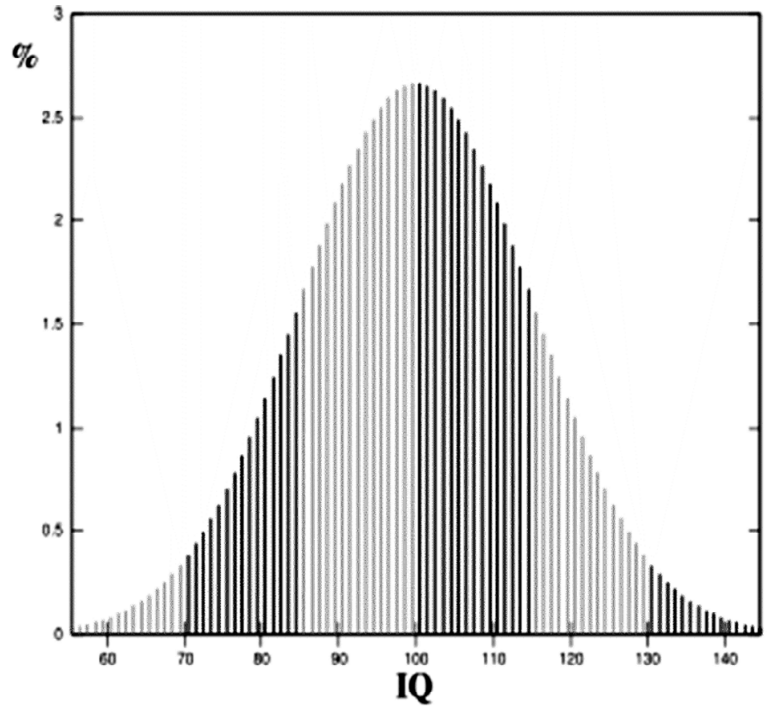
26.3 Evaluarea coeficientului IQ pe baza testelor

Aşa cum s-a amintit anterior, rezultatul unui test (presupus standardizat şi normat) stabileşte poziţia pe care se situează subiectul testat pe o scară de valori, care se exprimă cantitativ printr-o curbă de distribuţie de forma unui clopot (distribuţia normală sau gaussiană). O asemenea curbă tipică arată ca în figura de mai jos.

Lungimea segmentelor verticale este proporţională cu frecvenţa de apariţie a valorii realizate la test, adică a proporţiei răspunsurilor corecte faţă de numărul total de întrebări ale testului. În limbaj comun, acesta este "scorul" obţinut care, teoretic, se poate întinde de la *zero* răspunsuri corecte la *toate* răspunsurile corecte. Prin "normare", se determină statistic numărul de apariţii a fiecărei din valorile

posibile ale "scorului", care se introduc într-un tabel. "Scorului" cu număr maxim de apariţii i se asociază punctajul 100 pe scara *IQ*, celor superioare i se atribuie punctaje peste 100, iar celor inferioare valori sub 100.

Practic se constată că totdeauna curba distribuţiei rezultate are forma tipică din figură. Curba este caracterizată prin *abaterea standard* (sau *abaterea medie pătratică*), care se defineşte matematic prin relaţia



$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i+1}^{n}(x_i - \overline{x})^2}{(n-1)}}$$

în care:

s = abaterea standard
n = numărul de evenimente considerate (în cazul de faţă numărul de teste)
x_i = valorile individuale reprezentate
$\overline{x}$ = valoarea medie a lui x_i

Intuitiv "lărgimea" abaterii standard s poate fi apreciată pe figura "clopotului" *IQ*, unde fiecare grup de segmente verticale de lărgime s are o nuanţă diferită de gri. Se observă că întregul "clopot" cuprinde aprox. 6 s adică de şase ori abaterea standard, valoarea lui s exprimată pe scara *IQ* fiind de aprox. 15...16.

În general, abaterea standard este o caracteristică a "ascuţimii" curbei de repartiţie; cu cât abaterea standard este mai mică, cu atât repartiţia este mai "îngustă" (curba este mai "ascuţită").

Examinând curba de repartiţie din figură ("clopotul") se observă uşor următoarele proprietăţi. Pe scara *IQ*, valoarea 100 este cel mai frecvent întâlnită: ea corespunde unei inteligenţe medii, cei mai mulţi indivizi testaţi grupându-se între valorile *IQ* de 90...110. Pe o plajă ceva mai largă, între 84...116 se situează aprox. 67 % din subiecţi (plaja corespunde intervalului de plus-minus o abatere standard faţă de medie, fapt demonstrabil matematic). Mai mulţi, în jur de 95,5 % vor fi cuprinşi în intervalul valorilor *IQ* de 70...130 (o plajă de aprox. plus-minus de două ori abaterea standard). În sfârşit, doar 4,5 % vor avea valori *IQ* sub 70 sau peste 130. Întrucât, aşa cum s-a arătat, întreaga curbă a "clopotului" are o întindere de $\pm 3s$, ceea ce înseamnă valori ale *IQ* între 52...55 şi 145...148, rezultatul oricărui test, corect executat, normat şi evaluat, nu se poate situa în afara acestui interval decât în mod excepţional. Teoretic, şansa ca o valoare *IQ* să fie mai mare decât 148 sau mai mică decât 52 este de max. 0,2...0,3 %.

26.4 Factori care determină inteligenţa

Există un consens indiscutabil că cei doi factori care pot determina în mod hotărâtor inteligenţa unui individ sunt *ereditatea* şi *mediul*. Ponderea fiecăruia din aceştia a dat naştere însă la numeroase discuţii în rândul experţilor, care continuă şi azi. Se admite că inteligenţa este în mare măsură ereditară, unele studii indică o corelaţie în jur de 0,5, altele ajung la coeficienţi de corelaţie între 0,4 şi 0,8. Pe lângă cercetări pur statistice, pe un mare număr de subiecţi, originea genetică a inteligenţei a fost investigată şi pe gemeni, coeficienţii de corelaţie de mai sus fiind în linii mari confirmaţi. Se poate trage deci concluzia generală că *IQ* este transmis mai ales prin moştenire genetică, teză valabilă pentru persoane individuale şi nu pentru populaţii.

Este de aşteptat că influenţele genetice asupra coeficientului *IQ* ar trebui să fie mai pregnante la copii decât la adulţi, care câştigând experienţă cu timpul ar fi influenţaţi mai mult de mediu şi mai puţin de moştenirile genetice. Un studiu al lui *Plomin* demonstrează însă contrariul, ajungând la concluzia că în copilărie ereditatea are o pondere de 20 %, în adolescenţă de 40 % şi la maturitate de 80 % !

Specialiştii atrag însă atenţia că preponderenţa eredităţii nu trebuie interpretată în sensul că mediul nu ar mai avea o influenţă semnificativă, sau că ceva moştenit nu se mai poate schimba. Este evident că învăţarea este puternic implicată în dezvoltarea intelectuală a unui individ. De exemplu, deşi aptitudinea de a-şi lărgi vocabularul este înnăscută – există indivizi cu o uşurinţă remarcabilă în învăţarea limbilor, iar alţii învaţă mai greu – orice cuvânt nou în vocabularul

cuiva este însuşit prin învăţare. Pe de altă parte, un mediu împovărător sau dificil poate împiedica dezvoltarea normală a unor trăsături ereditare.

În literatură există o foarte interesanta formulă care redă cantitativ factorul ereditar în *IQ*-ul unui copil:

$$\hat{y} = h^2\left(\frac{m+f}{2}\right)+\left(1-h^2\right)\overline{x}$$

în care:

$\hat{y}$ este valoarea probabilă a *IQ* pentru copil

h^2 este ereditaritatea *IQ*-ului (engleză: *heritability*, italiană: *ereditarietà*)

m şi *f* sunt *IQ*-urile celor doi părinţi, iar

$\overline{x}$ este *IQ*-ul mediu al populației din care fac parte părinții (se poate lua 100)

Formula permite calculul unui estimator al *IQ*-ului unui copil în funcție de valorile *IQ*-urilor tatălui şi mamei. De exemplu, admițând că ereditaritatea (termen care denotă "ponderea" factorului ereditate în *IQ*-ul unui individ) este h^2=0,7 iar ambii părinți au *IQ*=120, copilul va avea un *IQ* care poate fi estimat la 114. Bine înțeles, formula simplifică mult problema, rezultatul este doar o valoare medie care poate fi aşteptată, iar factorii de mediu sunt presupuşi a avea aceeaşi influență asupra întregii populații.

Problema *handicapului mintal* a fost tratată în numeroase lucrări, prezentând o importanță socială în deosebi în țările avansate. S-a constatat că aprox. 75...80 % din cazurile de handicap mintal sunt de origine familială, iar restul sunt datorate unor probleme biologice care nu se moştenesc, cum ar fi anomalii cromozomice sau leziuni ale creierului. În general, dizabilitățile mintale uşoare par să fie ereditare, iar cele moderate şi severe nu sunt, cu alte cuvinte familiile copiilor uşor retardați mintal au *IQ*-ul scăzut, pe când familiile copiilor cu handicap mintal moderat sau sever pot avea un *IQ* în plaja normală. Copiii cu *IQ* între 50...70 sunt considerați educabili, între 35...50 sunt recuperabili, între 20...35 trebuie supravegheați iar sub 20 (de regulă afectați neurologic) necesită îngrijire permanentă. Un alt fapt interesant este că procentul copiilor retardați mintal de sex masculin este mai mare decât al celor de sex feminin, agravat şi de faptul că spre deosebire de fete, băieții nu au un cromozom X suplimentar care poate uneori compensa defectele cromozomice.

Dacă la extremitatea inferioară a scării *IQ*, aşa cum reiese din testele uzuale, cele mai multe rezultate sunt concludente, nu acelaşi lucru se poate spune despre extremitatea superioară a ei, cea care corespunde persoanelor cu *IQ* ridicat. Multe teste sunt considerate inaplicabile sau inexacte deja de la *IQ*=130 în sus, în principal din cauză că normarea testului se face pe grupuri reprezentative pentru porțiunea centrală. Pe de altă parte, cele mai multe teste conțin insuficient de multe

întrebări de un grad înalt de dificultate, care ar fi adecvate pentru atestarea unor valori extreme pe porţiunea superioară a scării. De aceea, au fost imaginate şi teste speciale pentru cei "supradotaţi", deşi valoarea lor practică este deseori pusă la îndoială. Ca o curiozitate, există societăţi ai căror membri trebuie să facă dovada unui *IQ* peste o anumită limită, de exemplu *Mensa International*, rezervată celor situaţi între primii 2 % ai unui test *IQ* standardizat.

Literatura de specialitate mai menţionează alţi factori care pot influenţa sau sunt corelaţi cu inteligenţa: rasa, religiozitatea, sexul, alimentaţia, sănătatea, creierul, mediul intrauterin. Dintre aceştia, au fost studiaţi în special rasa (nu s-a demonstrat vreo dependenţă semnificativă a inteligenţei de rasa umană), sexul (bărbaţii prezintă o dispersie ceva mai mare a valorilor *IQ*. adică mai multe valori extreme – mari şi mici – decât femeile; bărbaţii răspund mai bine la problemele matematice şi spaţiale, iar femeile sunt superioare la testele de memorie şi exprimare verbală), alimentaţia (nutriţia deficitară sau substanţele poluante pot avea efecte negative), creierul (există o anumită corelaţie între masa creierului şi valoarea *IQ*), mediul intrauterin (concluziile sunt controversate, dar probabil există o oarecare dependenţă a *IQ* de condiţiile vieţii prenatale).

26.5 Corelaţia dintre valoarea IQ şi realizările în viaţă

În timp ce rezultatele testelor *IQ* sunt tratate uneori ca scop în sine, este de interes major *validitatea* acestor rezultate, adică măsura în care ele sunt în corelaţie cu realizările persoanelor supuse testelor, ca performanţele la locul de muncă, succesele profesionale, comportarea socială, gradul de disciplină în viaţa de toate zilele, traiul ordonat, conduita cetăţenească, moralitatea, etc. Este important caracterul *predictiv* al testelor, care pot da indicii valoroase cu privire la calităţile care pot fi aşteptate de la un candidat în viitor, şi în acelaşi timp pot servi drept criterii importante de selecţie şi de admisibilitate.

În principiu, prin *validitate* se înţelege corelaţia dintre punctajul *IQ* obţinut şi rezultatele concrete realizate (de exemplu, realizările profesionale, recunoaşteri, avansări, ascensiune în carieră, stabilitatea în serviciu). Teoretic, corelaţia se exprimă prin coeficientul de corelaţie r, care poate avea valori între $r = –1{,}0$ (testul este un eşec total, toate realizările sunt contrare) şi $r = 1{,}0$ (testul se confirmă integral, predicţia este perfectă). O valoare $r = 0$ înseamnă că între cele două variabile nu există nici o corelaţie, $r = 0{,}1...0{,}3$ denotă o corelaţie slabă, $r = 0{,}4...0{,}6$ o corelaţie medie şi $r = 0{,}7...0{,}9$ o corelaţie puternică.

Au fost întreprinse studii ample în legătură cu corelaţia existentă între coeficientul *IQ* şi diverse condiţii economico-sociale, evenimente sau evoluţii în viaţa indivizilor supuşi unor teste de *IQ* (aici este vorba numai de corelaţii, şi nu de relaţii efect-cauză, ceea ce este important de avut în vedere).

Câteva din acestea sunt rezumate în tabelul următor, care cuprinde date statistice înregistrate în rândul populației din SUA (datele se referă numai la sub-populația albă, cu excepția celor de origine hispanică).

Intervale de valori ale *IQ*	**<75**	**75–90**	**90–110**	**110–125**	**>125**
Distribuția tipică la populația SUA	**5**	**20**	**50**	**20**	**5**
Căsătoriți înainte de vârsta de 30 de ani	72%	81%	81%	72%	67%
Temporar fără lucru mai mult decât 1 lună pe an (bărbați)	22%	19%	15%	14%	10%
Șomeri peste 1 lună pe an (bărbați)	12%	10%	7%	7%	2%
Divorțați în 5 ani	21%	22%	23%	15%	9%
Mame cu copii având coeficientul *IQ* în plaja inferioară de 10 %	39%	17%	6%	7%	< 1%
Mame cu copii în afara căsătoriei	32%	17%	8%	4%	2%
Trăind în sărăcie	30%	16%	6%	3%	2%
Întemnițați vreodată (bărbați)	7%	7%	3%	1%	< 1%
Beneficiari de ajutor social (mame)	31%	17%	8%	2%	< 1%
Eliminați sau cu studii întrerupte în școli medii sau superioare	55%	35%	6%	0.4%	< 0.4%

Valorile din tabel indică procentual fracțiunea din cei aparținând fiecărui interval de IQ care corespund situației indicate. De exemplu, dintre cei cu IQ sub 75 un procent de 30% trăiesc în sărăcie.

Există o corelație şi între coeficientul de inteligență IQ şi venitul anual realizat, ilustrat de următorul tabel, întocmit pentru câteva "secțiuni" în populația

activă a SUA, în 1993 (valorile reprezintă câştiguri anuale nete, în dolari SUA 1993).

Intervale de valori ale *IQ*	**<75**	**75–90**	**90–110**	**110–125**	**>125**
Vârsta 18 ani	2 000	5 000	8 000	8 000	21 000
Vârsta 26 ani	3 000	10 000	16 000	20 000	42 000
Vârsta 32 ani	5 000	12 400	20 000	27 000	48 000

Date interesante sunt cuprinse şi în următorul tabel, în care legătura dintre coeficientul *IQ* şi diverse performanţe ale indivizilor sunt consemnate prin coeficienţii de corelaţie respectivi.

Factori	**Coeficient de corelaţie *r***
Note şcolare şi *IQ*	0,5
Număr total al anilor de şcolarizare şi *IQ*	0,55
Statutul socio-economic al părinţilor şi *IQ*	0,33
Performanţa la locul de muncă şi *IQ*	0,54
Realizări sociale negative şi *IQ*	−0,2
Coeficienţi *IQ* ai unor gemeni identici	0,86
Coeficienţi *IQ* ai soţului şi soţiei	0,4
Venit anual brut pe cap de locuitor şi media naţională a *IQ*	0,7

27 Ce este calimetria ?

Conceptul de *calitate* a unui produs este ansamblul însuşirilor unei valori de întrebuinţare, ce exprimă gradul în care aceasta satisface nevoia socială în funcţie de parametrii tehnico-economici, estetici, gradul de utilitate şi eficienţă economică în exploatare, respectiv consum. Această definiţie generală reflectă complexitatea noţiunii de calitate care, mai simplu, ar putea fi rezumată ca: *gradul în care un produs corespunde cerinţelor în utilizarea lui curentă*.

Este evident faptul că noţiunea de calitate este una puternic subiectivă, ea depinde de individ, fiecăruia îi place în mod diferit un anumit produs. Totuşi, există anumite criterii care pot fi considerate de bază pentru o categorie de produse. În această idee, pe pun două întrebări importante:

- Proprietăţile definitorii ale calităţii unui produs pot fi "cuantificate" (exprimate prin numere)?
- Dacă da, pot fi ele măsurate?

Despre calitate în general. Preocupările generate de dorinţa de a răspunde la aceste două întrebări au dat naştere unei discipline numite *calimetrie*, sau cu alte cuvinte *ştiinţa măsurării calităţii*. Ea poate fi privită ca o parte a *calitologiei*, sau ştiinţa despre calitate.

Termenul "calimetrie" a fost bine primit de forurile naţionale şi internaţionale de specialitate. El a fost adoptat oficial de Organizaţia Europeană pentru Controlul Calităţii (EOQC) şi introdus în "Glosarul terminologic" multilingv al său (în engleză "qualimetry").

Produsele sunt caracterizate de zeci şi zeci de parametri de calitate. Însă ponderea lor în caracterizarea calităţii produsului nu este şi nici nu poate fi aceeaşi. În general, se consideră că aceste caracteristici de calitate pot fi încadrate în trei grupuri mari:

1. *critice*, de primă importanţă pentru securitatea, buna funcţionare şi performanţa produsului, a căror pierdere duce la compromiterea practic totală sau la anularea funcţiei de bază a produsului;
2. *majore*. pentru care apariţia unui defect reduce în mod drastic funcţiile produsului respectiv;
3. *minore*, a căror pierdere nu reduce esenţial funcţiile produsului, dar creează unele probleme în utilizarea eficientă a lui.

Practic în asigurarea calităţii unui produs intervin doi factori esenţiali:

1. *Modelul specificat* (proiectul produsului), pe baza căruia se desfăşoară întregul proces tehnologic de fabricaţie a produselor. Calitatea

modelului este verificată cu grijă, pentru a corespunde integral intenţiilor iniţiale, ţinând seama şi de dorinţele clienţilor şi de posibilităţile de reproducere a lor în fabricaţie de serie.

2. *Conformanţa faţă de proiect*, adică fidelitatea reproducerii modelului în exemplarele industriale, care depinde de variabilitatea procesului de fabricaţie în serie.

Primul factor este rezultatul unui studiu concentrat al colectivului de concepţie, fiind caracteristic fazei de concepţie a produsului. Al doilea factor este specific tehnologiei de producţie, depinzând în mare măsură de dotarea cu scule, echipament şi aparatură, dar şi de componenta umană, organizarea, controlul şi verificarea calităţii atât „pe flux", cât şi pe produsele finite.

Forme primitive ale controlului de calitate. Odată cu demararea pe scară mare a producţiei industriale de serie, s-a simţit imediat nevoia unui control eficient al calităţii finale a fabricaţiei, la început prin verificarea 100%, adică verificarea bucată cu bucată a produselor şi eliminarea celor cu defecte. În curând s-a ajuns la concluzia că acest lucru devine extrem de neeconomic, şi s-a introdus verificarea prin *sondaj empiric*. Acesta constă în prelevarea din lotul de volum N a unui număr de n unităţi ($n < N$) cu $n = k \cdot N$, unde de obicei se lua un procent $k = 5\%$ sau $k = 10\%$, indiferent de mărimea lotului.

Alegerea valorilor k se făcea empiric, fără vreo fundamentare pe baze statistice.

Controlul calităţii pe baze statistice. La începutul secolului al 20-lea inginerul *Walter Shewhart* de la *Bell Telephone Laboratories*, producător de echipament de telefonie, a fost pus în faţa problemei unor rebuturi de peste 40% din produsele realizate. El a pornit o cercetare mai întâi teoretică, urmărind în acelaşi timp evoluţia calităţii loturilor livrate. În finalul studiului său, a introdus pentru prima dată fişa p pentru procentul de produse defecte. El a fundamentat în modul următor acest procedeu.

Să presupunem că un lot conţine N produse, din acestea se extrag $n < N$ unităţi de produs, care se verifică bucată cu bucată şi rezultă d bucăţi defecte. În mod obişnuit, ele se află în relaţia $0 < d < n$ (cazurile extreme $d = 0$ şi $d = n$ formează excepţii). Raportul

$$p = d/n$$

se numeşte *fracţia defectivă*, adică acea proporţie din obiectele prelevate care sunt defecte. Ea este caracteristică pentru lotul considerat, chiar dacă valoarea ei a fost obţinută doar pe un eşantion redus de exemplare. Shewhart a urmărit evoluţia fracţiunii defective pe şiruri consecutive de loturi şi a construit o *fişă de control*.

Bazat pe considerente de statistică matematică, a constatat că repartiţia lui p are forma tipică de clopot (curba lui Gauss) şi a stabilit că valorile lui p se încadrează între două limite, numite limite de control superioară şi inferioară, care se calculează cu formulele

$$p_{sup} = \overline{p} + 3\sqrt{\overline{p}(1-\overline{p})/n}$$

$$p_{inf} = \overline{p} - 3\sqrt{\overline{p}(1-\overline{p})/n}$$

În aceste relații $\overline{p}$ reprezintă valorile medii ale procentului de rebuturi, dintr-un număr mare de loturi verificate, iar n este mărimea eşantionului verificat în fiecare lot.

Odată determinate cele două limite p_{sup} şi p_{inf} la controalele de rutină ulterioare toate valorile găsite la diversele loturi trebuie să se încadreze între ele. Cazul contrar este un semn că trebuie luate măsuri de remediere (a intervenit ceva în procesul tehnologic, o dereglare, o eroare umană etc.).

Fişa p a rămas şi astăzi un instrument eficient de urmărire a calității loturilor de produse, stând la baza stabilirii indicatorului AQL sau nivelul de calitate acceptabil, conform standardelor în vigoare.

27.1 Noțiuni de calimetrie

Principalele caracteristici de calitate pot fi: tehnice, economice, estetice, comerciale, de utilizare, de disponibilitate şi de fiabilitate etc. În ceea ce priveşte posibilitățile de măsurare a calității, caracteristicile se pot grupa în:

- direct măsurabile (dimensiuni, mase, conținut de substanțe utile, puritate, duritate a unei suprafețe, rugozitate, tensiune la borne şi curent de scurtcircuit la o baterie etc.);
- indirect măsurabile (puterea unui motor, puterea calorică a unui combustibil, puterea de răcire / încălzire a unui climatizor etc.);
- comparabile obiectiv cu o mostră etalon (gradul de alb la hârtiei, culoarea fructelor sau a textilelor etc.);
- comparabile subiectiv cu o mostră etalon (gradul de finisare al unor produse, impresia estetică, mirosul, gustul etc.).

În funcție de modul de exprimare, se deosebesc caracteristici de calitate:

- exprimabile cantitativ (numeric), pe baza unor măsurări cu aparatură, dispozitive sau alte mijloace de măsurare adecvate;
- "atributive", care acordă calificative declarând produsele corespunzătoare / necorespunzătoare, sau prin încadrarea lor în anumite clase de calitate.

O primă modalitate de „măsurare" a calității foloseşte *indicatori parțiali ai calității*, ce caracterizează anumite aspecte specifice unor tipuri distincte de produse, valorile acestor indicatori fiind specificate în documente normative (standarde române, standarde de firmă etc.). De exemplu: conținutul în carbon al unui anumit tip de fontă, rezistența la rupere a unui tip de oțel, conținutul în grăsimi al diferitelor produse lactate etc.

O modalitate mai complexă pentru „măsurarea calității" este prin *indicatori cumulativi ai calității*, uilizați la produse mai complexe, la care calitatea nu poate fi

redusă la o singură caracteristică, fiecare dintre caracteristici având o pondere importantă dar, în general, diferită faţă de celelalte. Indicatorul cumulativ se determină cu formula

$$K_{\text{cum}} = f_1 + f_2x_2 + ... + f_nx_n$$

unde $x_1, x_2, ... x_n$ sunt valorile caracteristicilor de calitate individuali, iar $f_1, f_2, ... f_n$ sunt ponderile atribuite acestor caracteristici.

De exemplu, dacă se consideră ca produs un autoturism, caracteristicile de calitate pot fi: consumul de combustibil, viteza maximă, preţul, uşurinţa conducerii, parcursul de frânare, demarajul, confortul, vizibilitatea, estetica, finisajul, uşurinţa întreţinerii. În funcţie de nivelul performanţelor se poate acorda câte o notă fiecărei caracteristici, şi de asemenea câte o pondere fiecăreia. Stabilirea acestora, desigur, se face prin procedee care conţin multe elemente subiective, însă avantajul abordării este că odată alese notele şi ponderile, ea permite mai departe aprecieri obiective ale calităţii familiilor de produse, ale unor produse asemănătoare sau comparabile etc.

Ca să rămânem la exemplul anterior, acela al autoturismelor, acordăm mai întâi note fiecăreia din caracteristicile de calitate enumerate, şi apoi ponderi ale lor. Putem folosi apoi formula de mai sus pentru determinarea indicatorului cumulativ de calitate pentru diferite tipuri şi mărci de automobile, ajungând astfel la o comparaţie din punct de vedere calitativ al lor. O asemenea comparaţie conţine un factor subiectiv doar în prima etapă a acestui studiu comparativ, a doua etapă având baze obiective.

Am ajuns astfel la o circumscriere destul de clară a noţiunii de calimetrie, ca modalitate de evaluare, determinarea cantitativă şi măsurarea calităţii, de exprimare numerică a ei.

Se pot calcula apoi indicatorii calităţii medii, care exprimă în mod sintetic calitatea produselor diferenţiate pe clase de calitate, modalitate frecvent întâlnită în practica zilnică, unde produsele sunt realizate şi vândute cu preţuri diferenţiate după clasa de calitate, de exemplu: clasele superioară, extra, super, specială, medie, economică etc.

27.2 Un exemplu: calitatea energiei electrice

Nu cu mult timp în urmă, garantarea calităţii energiei electrice era sinonimă cu asigurarea continuităţii alimentării consumatorilor. Astăzi ea înseamnă cu mult mai mult: o energie electrică de calitate implică limitarea sub niveluri acceptabile a fenomenelor de interferenţă, perturbaţii şi abateri de la forma ideală a tensiunii livrate. Toate acestea sunt incluse în conceptul de *compatibilitate electro-magnetică*, o noţiune largă semnificând "tolerarea" reciprocă" a diverselor categorii de consumatori alimentaţi din reţele comune, fiecare din ele perturbând consumatorii învecinaţi şi suportând perturbaţiile create de ceilalţi.

Interferenţele pot fi clasificate în trei grupe mari, fiecare apărând sub forma unor alternative:

- transmise prin conducţie sau prin radiaţie;
- de joasă sau de înaltă frecvenţă;
- tranzitorii sau permanente.

O altă clasificare priveşte sursele din care provin sau modul în care sunt produse:

- naturale (descărcări atmosferice, fenomene electrostatice);
- artificiale (echipamente electronice, radioemiţătoare, surse electronice de putere etc.)

O particularitate a energiei electrice este că asigurarea calităţii ei nu depinde numai de factorii care o generează ci – chiar în mai mare măsură – de cei care o consumă. Şi aici intervin trei categorii majore de consumatori, toate fiind în acelaşi timp "cauze primare" şi "victime" ale efectelor perturbatoare:

- industria, care utilizează echipamente electronice de putere (cuptoare de inducţie, instalaţii de sudură electrică, sisteme de comandă a vitezei etc.);
- sectorul de servicii, un utilizator important de calculatoare;
- publicul larg, dotat şi el cu calculatoare, televizoare şi echipament multimedia etc.

Pentru exemplificare, tabelul următor redă principalele simptome ale efectelor perturbatoare într-o reţea de alimentare electrică şi originile lor posibile. Trebuie remarcat că toate aceste efecte sunt cuantificabile şi pot fi măsurate, scop în care au fost create aparaturi specializate.

Simptome	Posibile origini	Flicker	Funcţionare sub tensiune nominală	Subtensiune	Supratensiune	Descărcări atmosferice	Armonice	Inter-armonice	Armonice omopolare	Micro-întreruperi	Întreruperi scurte	Întreruperi de lungă durată	Impulsuri de înaltă frecvenţă	Impulsuri	Componentă de c.c.	Dezechilibru al fazelor	Variaţii de frecvenţă	Putere reactivă în exces	EMC
Funcţionare eratică a proceselor			●				●			●									
Întreruperi aleatorii ale proceselor			●	●		●													
Întreruperi ale proceselor						●	●					●	●						
Deteriorări ale echipamentelor						●	●	●					●		●	●			
Supraîncălzire şi funcţionare zgomotoasă a echipamentelor			●	●		●	●	●								●	●		
Funcţionare defectuoasă a motoarelor				●			●									●			
Vibraţii anormale şi zgomot al motoarelor				●			●	●								●			
Opriri ale motoarelor											●	●			●				
Funcţionare anormală a aparaturii electronice							●			●					●				●
Funcţionare anormală a electronicii de putere										●			●	●		●			●
Funcţionare eratică a sistemelor de protecţie					●				●					●		●		●	
Iniţiere de descărcări în arc						●			●			●	●						

Probleme ale monitoarelor	●																	●
Probleme de radiocomunicaţii					●							●						●
Interferenţe la calculatoare şi telefonie				●	●	●			●	●		●						●
Distrugerea cardurilor				●					●			●						●
Distrugerea componentelor hardware ale calculatoarelor				●		●			●			●	●					
Pâlpâirea iluminării	●									●								
Electrocutări					●			●										
Incendii de origine electrică					●			●						●				

Flicker = efecte de pâlpâire; EMC = compatibilitate electromagnetică.

Câteva măsurări uzuale

28 Câteva măsurări mecanice simple

Cu mijloace disponibile uşor, unele chiar în casă şi cu puţină pricepere (şi... cu simţ tehnic), se pot face măsurări despre care cu toţii ne închipuim că sunt apanajul doar al atelierelor sau laboratoarelor specializate. În continuare sunt descrise trei exemple, care demonstrează contrariul...

28.1 Măsurarea cuplului de rotaţie al unui (micro)motor

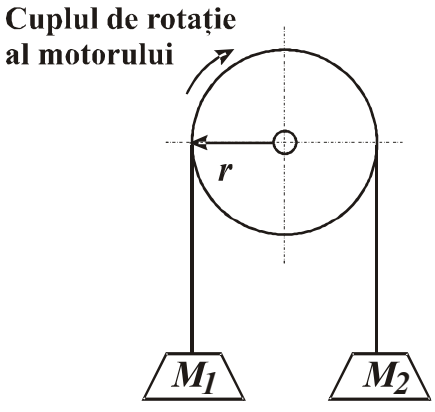
Una din caracteristicile cele mai importante ale unui motor de orice tip (electric, cu explozie etc.) este momentul cuplului pe care îl poate dezvolta, sau pe scurt *cuplul* produs. Prin definiţie, cuplul este produsul dintre forţa generată şi lungimea braţului de aplicaţie, faţă de axa de rotaţie a părţii mobile (rotorului).

Unitatea SI a momentului cuplului este newton-metru sau N·m.

În mod normal, interesează valoarea cuplului la turaţia nominală. Alţi parametri de interes sunt cuplul de pornire (la turaţie zero), cuplul la diferite valori ale turaţiei, cuplul în diferite regimuri tranzitorii etc.

Pentru măsurarea cuplului în regim staţionar (viteză constantă) se cunosc diferite metode, cum sunt: metode bazate pe torsiunea arborelui motorului (care se măsoară de obicei cu ajutorul unor traductoare tensometrice), metode care folosesc cuplaje electromagnetice sau de inducţie, "frâne electromagnetice", etc. Toate acestea necesită instalaţii speciale şi/sau adaptări ale motorului plus aparatură specializată, disponibilă numai în laboratoare bine utilate.

Aici va fi descrisă o metodă simplă, mai puţin cunoscută, pentru a cărei aplicare nu este nevoie de utilaje speciale. Ea poate fi utilă în deosebi în cazul micromotoarelor (de exemplu, motoare de magnetofon / casetofon, aparatură audio – video, aparate electrocasnice, etc.), dar se poate folosi şi la electromotoare mai mari.



Pe axul motorului (presupus orizontal) sau pe o rolă solidară cu axul se atârnă un fir flexibil, având la cele două capete câte un platan (sau suport oarecare) pe care se pot aşeza greutăţi calibrate (greutăţi obişnuite de cântar). Când motorul este în repaus, pentru echilibru este necesar ca cele două mase să fie egale: $M_1 = M_2$. Cu motorul în funcţiune, datorită frecării dintre fir şi ax, echilibrul poate fi restabilit numai dacă $M_1 > M_2$; pentru aceasta, se adaugă şi/sau se scot greutăţi de pe platane. La echilibru cuplul motorului este egal cu momentul creat de firul flexibil, sub acţiunea greutăţilor:

$$C_r = g \times (M_1 - M_2) \times r$$

unde:

C_r este cuplul de rotaţie al motorului, în N·m

$g = 9{,}81$ m/s^2 este acceleraţia gravitaţională

M_1 şi M_2 sunt cele două mase, în kg

r este raza axului (sau rolei), în m

La o primă examinare, pare surprinzător faptul că în ecuaţia de echilibru nu intervine coeficientul de frecare dintre firul flexibil şi axul rotorului. Scriind însă ecuaţiile pentru problema de statică astfel formulată, rezultă că ecuaţia obţinută este corectă.

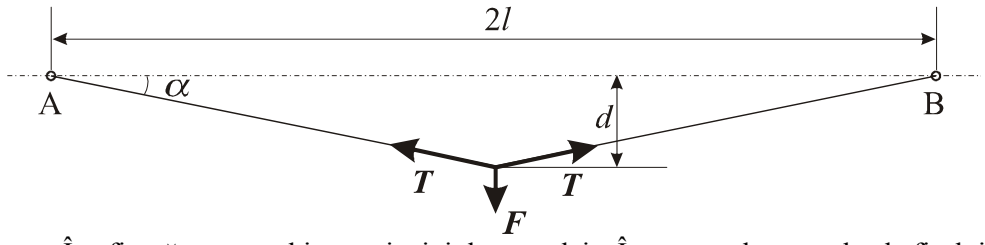
28.2 Măsurarea forţei de tensiune într-un fir (cablu)

În multe aparate din domeniul biroticii (imprimante, plottere, routere etc.), al mecanicii fine şi altele se utilizează transmisii ale unor mişcări de rotaţie prin cabluri, fire sau curele speciale. Acestea funcţionează corect numai dacă este asigurată o anumită forţă de tensiune, a cărei valoare trebuie să se afle între limite prescrise. În acest scop, sunt prevăzute posibilităţi de reglare a întinderii cablului (firului, curelei): dacă forţa de întindere (tensiune) este prea mică, se pot produce alunecări, iar dacă este prea mare poate apărea o uzură excesivă sau transmisia se poate chiar bloca.

În asemenea situaţii, măsurarea forţei de tensiune devine indispensabilă. Metoda obişnuită de măsurare foloseşte un instrument simplu numit dinamometru cu arc. În figura alăturată este reprezentat un asemenea dinamometru (de fapt, dinamometru de extensie). El constă dintr-un ansamblu de două tuburi concentrice, conectate între ele prin intermediul unui arc (resort), cel interior putând culisa în lungul celui exterior. Tubul interior, gradat în unităţi de forţă, de obicei în grame-forţă, este prevăzut cu un cârlig. Dacă se trage de acest cârlig, dinamometrul se "extinde" şi forţa de tracţiune este afişată pe scara gradată.

Calibrarea (etalonarea) dinamometrului de poate face foarte simplu, menţinându-l în poziţie verticală şi agăţând greutăţi cunoscute de cârlig.

Determinarea forţei de tensiune într-un fir.



În figură este schiţat principiul metodei. În punctul central al firului considerat, de lungime AB = 2l, se agaţă cârligul dinamometrului şi se trage cu o forţă F, în aşa fel încât săgeata d să nu depăşească 0,05l. Forţa de tensiune T din fir are două componente: tensiunea iniţială T_0 şi tensiunea suplimentară datorită întinderii (alungirii) firului, ΔT:

$$T = T_0 + \Delta T$$

Alungirea firului poate fi calculată în modul următor:

$$\Delta l = 2\left(\frac{l}{\cos\alpha} - l\right) = 2l\left(\frac{1}{\cos\alpha} - 1\right) = 2l\left(\frac{1}{1 - \frac{\alpha^2}{2} + \ldots} - 1\right) =$$

$$= 2l\left(1 + \frac{\alpha^2}{2} - \ldots - 1\right) \approx 2l \cdot \frac{\alpha^2}{2} = l\alpha^2$$

Tensiunea suplimentară din fir se poate exprima ca:

$$\Delta T = kl\alpha^2$$

unde *k* este constanta elastică a firului.

Ecuaţia de echilibru în punctul de tracţiune (punctul unde se "trage" cu cârligul dinamometrului):

$$F = 2T\sin\alpha \approx 2T\alpha \qquad \text{sau}$$

$$F \approx 2\left(T_0 + kl\alpha^2\right)\alpha$$

de unde:

$$T_0 \approx \frac{F}{2\alpha} - kl\alpha^2$$

Cu condiţia $\alpha^3 \ll \frac{F}{2kl}$, deci a suficient de mic (săgeata mică faţă de lungimea *l*) şi înlocuind $\alpha \approx \frac{d}{l}$ se obţine în final:

$$T_0 \approx F\frac{l}{2d}$$

În concluzie, forța de tensiune din fir se exprimă simplu, în funcție de forța indicată de dinamometru şi de raportul a două distanțe: lungimea totală a firului şi săgeata (cunoaşterea constantei elastice a firului nu este necesară).

28.3 Măsurarea puterii motorului unui automobil

Automobilul a devenit un hobby al nostru, al tuturor, de care nu ne mai putem lipsi şi la care apelăm chiar mai frecvent decât ar fi nevoie. Apreciem performanțele acestuia, pe care le aflăm mai întâi din specificațiile producătorului şi pe care le evaluăm apoi în exploatare, unele chiar cantitativ (viteză, consum etc.) dar altele doar calitativ. Printre caracteristicile importante pentru a căror măsurare posesorul automobilului nu are la dispoziție metode şi mijloace simple este şi *puterea* motorului, de fapt puterea maximă pe care o poate dezvolta.

Pentru măsurarea puterii maxime a motorului unui automobil există standuri de măsurare sofisticate, utilizate în laboratoare de testare specializate.

Există însă şi unele metode indirecte pentru a măsura această putere; una dintre ele este descrisă în ceea ce urmează. Este vorba de o metodă simplă, care nu necesită alte mijloace de măsurare decât un cronometru şi vitezometrul de la bordul autovehiculului. Desigur, nu este o metodă pretențioasă şi foarte exactă, dar poate fi folosită pentru a estima starea de funcționare a motorului.

Metoda poate fi aplicată pe o porțiune rectilinie şi de preferință necirculată a unei autostrăzi, pe care se poate rula câțiva kilometri cu viteza maximă a automobilului. Se circulă cu pedala de accelerație apăsată "până la fund", până când viteza se stabilizează, la o valoare v_1 care se citeşte pe vitezometrul de bord. Se apasă pe pedala de ambreiaj – pentru ca vehiculul să ruleze liber – şi în acelaşi timp se ridică piciorul de pe accelerație şi se porneşte cronometrul. În momentul în care viteza afişată pe vitezometru scade cu 10...20 km/h şi viteza atinge o valoare v_2, se opreşte cronometrul. Puterea maximă a motorului automobilului este dată de

$$P = \frac{m\,(v_1 + v_2)(v_1 - v_2)}{25{,}92\;t}$$

în care:

P este puterea motorului, în kilowați (kW)

m este masa totală a automobilului, inclusiv pasagerii şi bagajele, în tone (t)

v_1 şi v_2 sunt viteza inițială şi respectiv viteza finală, în kilometri pe oră (km/h)

t este intervalul de timp în care viteza a scăzut de la v_1 la v_2, în secunde (s)

De exemplu, pe un automobil Dacia 1310 s-a măsurat v_1 = 144 km/h, v_2 = 130 km/h, t = 5,5 s. Masa totală a fost estimată la 1,15 t. Aplicând formula se obține P = 1,15 × (144 + 130) × (144 – 130) / (25,92 × 5,5) = 30,94 kW. Dacă se dorește exprimarea în cai-putere (CP), rezultatul trebuie înmulțit cu 1,34, deci 30,94 kW = 41,46 CP.

Justificarea formulei este simplă. Când viteza automobilului se stabilizează la valoarea v_1, asupra lui acționează două forțe: forța de tracțiune (maximă) F_t și forța rezistentă totală (datorită frecărilor mecanice, aerodinamică etc.) F_r. Aceste două forțe fiind în echilibru, sunt egale. În momentul când automobilul începe să ruleze liber (din inerție), viteza sa scade uniform, cu accelerația negativă $–a$, forța rezistentă F_r fiind egală cu forța de inerție $m \times a$ (masa ori accelerația).

a) faza de tracțiune maximă b) faza de rulaj liber

Pe de altă parte, puterea este dată de produsul dintre forță și viteză $F_t \times v$; din aceste relații rezultă $P = F_t \times v = F_r \times v = m \times a \times v$. În perioada în care se face măsurarea accelerația a poate fi aproximată cu câtul dintre variația vitezei $v_1 – v_2$ și timpul scurs t, iar pentru viteză se poate lua valoarea medie $(v_1 + v_2)/2$. Prin înlocuire se obține formula de calcul de mai sus. Coeficientul numeric de la numitor apare datorită unităților de măsură folosite pentru viteză (kilometri pe oră în loc de metri pe secundă).

29 Câteva măsurări electrice simple în locuință

Pentru efectuarea unor măsurări electrice simple în locuință, în casă sau în gospodărie, sunt necesare cel puțin următoarele:

1. şurubelnițe diverse, cleşte patent, cleşte "cioc de rață", cleşte de dezizolat, câteva chei fixe mici (6...14 mm), pile mici, hârtie abrazivă (şmirghel);
2. şurubelniță indicatoare de tensiune;
3. lampă de probă (fasung cu bec şi fire ataşate);
4. ciocan electric de lipit;
5. voltamperohmmetru universal.

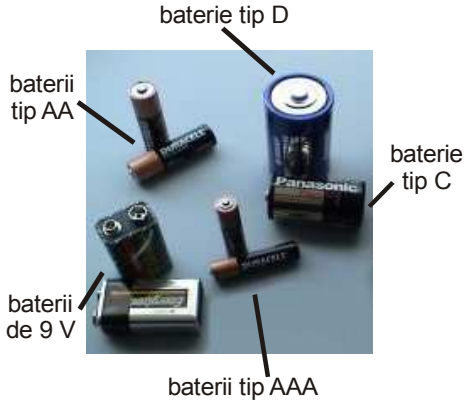
Pentru poziția 5, există pe piață o varietate foarte mare de aparate, analogice (cu ac indicator) sau digitale (numerice), care au ajuns la prețuri relativ mici. Este bine să fie ales un model cu alimentare autonomă (baterie încorporată) şi game de măsurare extinse (de exemplu curent maxim măsurat de cel puțin 10 A).

29.1 Alimentarea din pile şi acumulatoare.

O multitudine de aparate întâlnite frecvent în casele oamenilor sunt alimentate din surse electrochimice – pile (baterii) şi acumulatoare – sau, cu alte cuvinte, elemente primare (consumabile) şi elemente secundare (reîncărcabile): aparate electrocasnice (balanțe electronice, ceasuri, lanterne etc.), aparate de birou (calculatoare de birou, accesorii diverse), aparate multimedia (diferite player-e, radiouri, casetofoane, telecomenzi, fotoaparate, camere video, telefoane mobile etc.), aparate medicale (cântare de persoane, tensiometre, glucometre, stimulatoare cardiace etc.), jucării.

Primul lucru care trebuie ştiut despre acestea este gama de formate şi dimensiuni standardizate, aceeaşi pentru ambele categorii – consumabile şi reîncărcabile. În tabelul care urmează sunt date cele mai răspândite tipuri de baterii, cu denumirile lor comerciale şi cele două denumiri standardizate, uzuale în Europa (conform standardului CEI 61436) şi în America (conform standardelor ANSI şi NEDA).

Denu-mire comună	Denumire CEI	Denumire ANSI/NEDA	Capacitate mAh (Ah)	Tensiune nom., V	Formă	Dim. mm
AAA	LR03 (alcal.) R03 (CZn)	24A (alcalină) 24D (CZn)	1200 (alcalină) 540 (CZn) 0,8-1 (Ni-MH)	1,5 1,2 (NiCd) 1,2 (NiMH)	Cilindru	L: 44,5 D: 10,5
AA	LR6 (alcal.) R6 (CZn) FR6 (litiu) KR157/51(NiCd)	15A (alcalină) 15D (CZn) 15LF (litiu) 10015 (NiCd) 1.2H2 (NiMH)	2700 (alcalină) 1100 (CZn) 3000 (litiu) 0,6-1 (NiCd) 1,7-2,9(NiMH)	1,5 1,2 (NiCd) 1,2 (NiMH)	Cilindru	L: 50,5 D: 13,5-14,5
C	LR14 (alcal.) R14 (CZn)	14A (alcalină) 14D (CZn)	8 (alcalină) 3,8 (CZn) 4,5-6 (NiMH)	1,5 1,2 (NiMH)	Cilindru	L: 50 D: 26,2
D	LR20 (alcal.) R20 (carbon-zinc)	13A (alcalină) 13D (CZn)	19,5 (alcalină) 8 (CZn) 9-11,5 (NiMH)	1,5 1,2 (NiMH)	Cilindru	L: 61,5 D: 34,2
4,5 Volt	3LR12 (alcal) 3R12 (CZn)	MN1203 (CZn)	2500 (alcalină) 1200 (CZn)	4,5	Plat	H: 70 L: 60 W: 22
9 Volt	6LR61 (alcal) 6F22 (CZn) 6KR61(NiCd)	1604A (alcal.) 1604D (CZn) 1604LC (litiu) 11604 (NiCd) 7.2H5 (NiMH)	565 (alcalină) 400 (CZn) 1200 (litiu) 120 (NiCd) 175 (NiMH) 500 (litiu)	9 7,2 (NiCd) 7,2 (NiMH) 8,4 (unele NiCd şi NiMH)	Drept-unghi	H: 48,5 L: 26,5 W: 17,5



În tabel sunt menționate capacitatea (în mAh sau Ah), tensiunea nominală în gol (în V), forma şi dimensiunile (în mm): lungimea L şi diametrul D (pentru cele cilindrice), diametrul D şi grosimea H (pentru cele în formă de buton sau monedă), cele trei dimensiuni H, L, W (pentru cele dreptunghiulare / paralelipipedice).

Primele patru din tabel sunt baterii monoelement (pile, acumulatoare), iar ultimele două sunt baterii propriu-zise (compuse din mai multe elemente în serie). Aceste tipuri sunt foarte răspândite, de uz curent în viața de toate zilele, cu excepția bateriei de 4,5 V, mult folosită în trecut dar astăzi aproape abandonată.

Tabelul următor, cu un conținut similar, îl completează pe cel precedent cu câteva tipuri de baterii mai puțin uzuale, precum şi cu bateriile tip buton din seriile CR (cu litiu) şi SR (oxid de argint sau alcaline).

Denum. comună	**Denumire CEI**	**Denumire ANSI/NEDA**	**Capacitate mAh (Ah)**	**Tensiune nom., V**	**Formă**	**Dimens. mm**
123	CR17354 (litiu)	5018LC (litiu)	1500 (litiu) 700 (Li-Ion)	3	Cilindru	L: 34.5 D: 17
A23	3LR50 (alcal.)	1181A (alcalină)	40 (alcal.)	12	Cilindru	L: 29 D: 10
AAAA	LR8D425 (alcal.)	25A (alcalină)	625 (alcal.)	1,5	Cilindru	L: 42,5 D: 8,3
N	LR1 (alcal)	910A (alcalină)	1000 (alcal.)	1,5	Cilindru	L: 30,2 D: 12
CR927			30 (litiu)	3	Buton	D: 9.5 H: 2,7

CR1220	CR1220 (litiu)		40 (litiu)	3	Buton	D: 12,5 H: 2,0
CR1225	CR1225 (litiu)		50 (litiu)	3	Buton	D: 12,5 H: 2,5
CR1620	CR1620 (litiu)		78 (litiu)	3	Buton	D: 16 H: 2,0
CR2016	CR2016 (litiu)	5000LC (litiu)	90 (litiu)	3	Buton	D: 20 H: 1,6
CR2025	CR2025 (litiu)		160 (litiu)	3	Buton	D: 20 H: 2,5
CR2032	CR2032 (litiu)	5004LC (litiu)	225 (litiu)	3	Buton	D: 20 H: 3,2
CR2450	CR2450 (litiu)	5029LC (litiu)	610 (litiu)	3	Buton	D: 24,5 H: 5,0
SR41	LR41(alc.) SR41(ox.Ag)	1135SO (Ag_2O) 1134SO (Ag_2O)	32 (alc.) 45 (ox.Ag)	1,5 (alc) 1,55 (ox. Ag)	Buton	D: 7,9 H: 3,6
SR43	LR43 (alcal.) SR43 (ox.Ag	1133SO (Ag_2O) 1132SO (Ag_2O)	80 (alcal.) 120 (Ag_2O)	1,5 (alc.) 1,55(ox. Ag)	Buton	D: 11,6 H: 4,2
SR44	LR44 (alcal.) SR44 (oxid Ag)	1166A (alcalină) 1107SO (Ag_2O)	150 (alcal.) 200 (Ag_2O)	1,5 (alc.) 1,55 (ox. Ag)	Buton	D: 11,6 H: 5,4
SR48	SR48 (oxid Ag)	1136SO (Ag_2O) 1137SO (Ag_2O)	70 (Ag_2O)	1,55 (ox. Ag)	Buton	D: 7,9 H: 5,4
SR54	LR54 (alcal.) SR54 (oxid Ag)	1138SO (Ag_2O)	100 (alcal.) 150 (Ag_2O)	1,5 (alc.) 1,55 (ox. Ag)	Buton	D: 11,6 H: 3,1
SR57	LR57 (alc.) SR57 (ox.Ag	116550 (Ag_2O)	55 (Ag_2O)	1,55 (ox. Ag)	Buton	D: 9,4 H: 2,8
SR60	SR60 (oxid Ag)	1175SO (Ag_2O)	20 (Ag_2O)	1,55 (ox. Ag)	Buton	D: 6,8 H: 2,15
SR66	SR66 (oxid Ag)	1176SO (Ag_2O)	26 (Ag_2O)	1,55 (ox. Ag)	Buton	D: 6,8 H: 2,6

Principalele tipuri de baterii *primare* (nereîncărcabile) sunt:

- carbon-zinc (CZn): dezvoltate din tradiționala pilă Leclanché, cu performanțe modeste şi cost redus, larg utilizate în diverse aparate portabile;
- alcaline: tipul cel mai atractiv ca raport performanță / preț, capacitate de 3...6 ori mai mare decât bateriile echivalente carbon-zinc, în continuă dezvoltare, preferate pentru majoritatea utilizărilor casnice şi profesionale (lanterne, electromotoare mici, casetofoane, aparate radio/TV portabile, aparate de bărbierit, jucării, ceasuri, modele telecomandate, telefoane mobile, camere foto/video, alarme etc.);
- oxid de argint: o durată de viață lungă, raport energie/masă mare, dar cost prohibitiv, utilizate în special în elemente de dimensiuni reduse (tip buton) pentru alimentarea obiectelor cu consum redus (ceasuri, carduri active, telecomenzi, sisteme de alarmă etc.);
- litiu ($LiMnO_2$): durată foarte mare, tensiune la borne dublă față de celelalte elemente (≈3 V), utilizate frecvent în aparatura electronică de larg consum (ceasuri, camere foto şi video, termometre, calculatoare, telecomenzi, proteze auditive, stimulatoare cardiace etc.) mai ales de tip buton;
- zinc-aer: energie specifică mare, pot fi conservate timp îndelungat dacă sunt închise etanş, relativ ieftine, se utilizează atât la consumatori mici (ex. proteze auditive) cât şi la cei mari (ex. vehicule electrice experimentale).

Principalele tipuri de baterii *secundare* (reîncărcabile) sunt:

- plumb-acid: folosite aproape exclusiv ca baterii pentru tracțiune (automobile, autovehicule grele, motociclete, vehicule feroviare etc.), fără aplicații casnice;
- nichel-cadmiu (NiCd): raport favorabil masă/energie înmagazinată, eficiență bună la încărcare, variație mică a tensiunii la descărcare, rezistență internă mică, până la 500...1000 cicluri de încărcări-descărcări, dezavantaje: cost relativ ridicat, efect de "memorie" la descărcare/încărcare, autodescărcare relativ rapidă (30...60 de zile la +25 °C), nerevenire completă în caz de descărcare completă (până la tensiune zero). În caz de descărcare totală pot fi uneori recuperate prin câteva cicluri de descărcare/încărcare. Utilizări: înlocuirea completă a bateriilor alcaline în majoritatea aplicațiilor, cu excepția obiectelor cu consum foarte redus (ceasuri, sisteme de alarmă şi supraveghere etc.);
- nichel-metal-hibrid (NiMH): caracteristici asemănătoare cu ale bateriei nichel-cadmiu, cu următoarele deosebiri: cadmiul (metal scump şi toxic) eliminat, capacitate de până la trei ori mai mare, efectul de "memorie" mai puțin accentuat, autodescărcarea ceva mai puternică, pericol de supraîncărcare (necesită încărcătoare speciale). Aceleaşi aplicații ca şi la nichel-cadmiu;

- litiu-ion (Li-ion): tensiune mare la borne (nominal 3,6 V), raport energie-masă foarte bun, fără efecte de memorie, autodescărcare foarte lentă, durată de viaţă limitată (uzual de ordinul 3-4 ani) independentă de numărul ciclurilor de încărcare-descărcare (dar puternic dependentă de temperatură). Principala utilizare: în aparate electronice portabile, mai ales calculatoare portabile (tip "laptop").

Comentarii suplimentare la bateriile primare. Elementele tip "buton" din seria CEI SR, cu oxid de argint, au tensiunea de 1,55 V, iar cele din seria CEI LR sunt alcaline, cu tensiunea de 1,5 V. Ele sunt practic interschimbabile, singura diferenţă între ele fiind capacitatea, care la seria SR este cu cca. 50% mai mare decât la seria LR. Această deosebire nu este importantă la alimentarea unor consumatori de curent mic (de exemplu ceasuri fără iluminare), dar la cei care consumă curent relativ mare (lămpi de semnalizare, mini-blitzuri, "pointer"-e cu laser etc.) sunt de preferat bateriile din seria SR, diferenţa de preţ fiind minimă.

Elementele tip "buton" din seria CEI CR, cu litiu, au tensiunea nominală de 3 V, deci nu sunt echivalente cu cele din seriile SR şi LR (ele diferă şi prin diametru, care la seria CR este mai mare). Codurile elementelor CR sunt corelate cu dimensiunile lor, primele două cifre reprezentând diametrul (rotunjit) iar ultimele două grosimea.

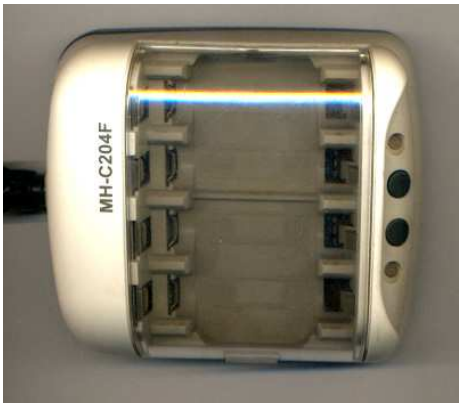
Comentarii suplimentare la bateriile secundare. Elementele secundare (reîncărcabile) au devenit extrem de populare în ultima vreme, datorită interschimbabilităţii cu bateriile primare (ca dimensiuni şi valori ale tensiunii) şi posibilităţii de reîncărcare de cel puţin câteva sute de ori. În acest fel se pot face economii însemnate, mai ales în cazul unor aparate care consumă relativ mult (camere foto şi video, casetofoane şi player-e de CD / DVD, aparate medicale folosite des, lanterne, jucării etc.).

Trebuie însă luate în considerare toate implicaţiile care intervin, cea mai importantă fiind nevoia permanentă de reîncărcare. Cele mai "populare" baterii reîncărcabile, de tip nichel-metal-hibrid (NiMH), trebuie încărcate lunar, chiar dacă stau nefolosite, iar dacă sunt lăsate neîncărcate mai mult de 2-3 luni pot deveni inutilizabile. Iar încărcarea trebuie făcută cu "încărcătoare" (*charger*) speciale! Deci utilizatorul devine într-un fel "robul" acestor baterii, de care trebuie să se ocupe tot timpul, indiferent că sunt folosite sau nu. Concluzia este simplă, la opţiunea pentru una sau alta din cele două variante, criteriul principal ar trebui să fie frecvenţa utilizării aparatului considerat: pentru aparatele folosite des este mai avantajoasă alimentarea din baterii reîncărcabile, pe când pentru cele folosite rar poate fi mai avantajos să fie alimentate din baterii primare (consumabile). De exemplu, dacă un tensiometru electronic este folosit de 2-3 ori pe zi, este preferabilă apelarea la nişte baterii reîncărcabile de tip NiMH, dar dacă acelaşi tensiometru este folosit doar o dată la 1-2 săptămâni, este mai comod să fie alimentat din baterii alcaline (care pot ţine chiar un an sau mai mult).

Durata de viaţă a bateriilor reîncărcabile depinde în mare măsură de corectitudinea procedurii folosite pentru încărcare. În cazul bateriilor NiCd şi

NiMH cea mai importantă regulă este de nu le lăsa să se descarce sub o anumită tensiune, de obicei de 30...40 % din tensiunea nominală. Datorită autodescărcării relativ rapide, scăderea sub acest prag se poate produce şi într-o perioadă chiar scurtă de nefuncţionare (de ex. de câteva săptămâni). Dacă totuşi bateria s-a descărcat sub pragul minim recomandat, se poate încerca o "regenerare" a ei, prin câteva cicluri de descărcare-încărcare; uneori această "condiţionare" readuce la funcţionare normală baterii care păreau iremediabil epuizate (se citează cazuri când baterii cu tensiune zero au fost supuse acestei "condiţionări" repetate de 3...5 ori şi au putut fi complet sau aproape complet redresate). În manuale de utilizare a bateriilor reîncărcabile – mai ales ale celor de tip NiCa – se recomandă chiar la prima încărcare sau punere în funcţiune aplicarea ciclului de încărcare-descărcare repetat de 1...3 ori, pentru ca bateria să ajungă la capacitatea sa normală.

Dispozitivele de încărcare a bateriilor secundare tip NiCd sau NiMH sunt special concepute în acest scop. Chiar dacă aspectul şi modul lor de funcţionare par simple, ele au un oarecare grad de "inteligenţă", fiind comandate de un microprocesor pentru a optimiza mersul încărcării şi a-l opri la momentul adecvat, în funcţie de valoarea tensiunii la borne şi/sau a temperaturii la care a ajuns bateria. Multe încărcătoare specializate sunt prevăzute şi cu executarea automată a ciclului de descărcare-încărcare, ceea ce simplifică mult operaţia de "condiţionare" descrisă anterior. În figurile următoare este dată fotografia unui încărcător pentru baterii tip AA sau AAA, în două ipostaze: gol şi, respectiv, în timpul încărcării unui set de patru baterii.



În încheierea acestui pasaj despre baterii, este important de menţionat că simpla măsurare a tensiunii la bornele bateriei nu este concludentă cu privire la starea ei de încărcare sau la capacitatea ei. O informaţie mult mai completă s-ar putea obţine printr-o încercare în sarcină (măsurând tensiunea cu o anumită rezistenţă de sarcină conectată, de obicei la un consum de curent de 10...20 % din capacitatea în mAh) sau mai simplu, măsurând curentul de scurtcircuit al bateriei. În acest scop, se conectează, un timp scurt, un ampermetru între polii bateriei, pe scara de 10 A în cazul bateriilor de tip AA sau AAA şi pe scara de 20 A în cazul

bateriilor de tip C sau D. La bateriile în stare bună, atât primare cât şi secundare, curentul de scurtcircuit trebuie să fie între limitele indicate în următorul tabel.

Tipul bateriei	Curent de scurtcircuit
AAA (R03)	4...7 A
AA (R6)	7...10 A
C (R14)	10...15 A
D (R20)	12...18 A

29.2 Măsurarea consumului de energie electrică

Cu ajutorului contorului electric din apartament se poate măsura consumul de putere al oricărui consumator din casă. Este vorba de puterea activă consumată, exprimată în waţi (W) sau kilowaţi (kW). Pentru aceasta se procedează în modul următor:

a) Se deconectează (se scot din funcţiune) pe timpul testului toţi consumatorii electrici din apartament. Nefuncţionarea consumatorilor se verifică pe contorul electric din casă, al cărui disc trebuie să fie nemişcat.

b) Consumatorul a cărui putere se măsoară (de ex. un frigider, un calculator, un televizor, un aparat de aer condiţionat etc.) se pune în funcţiune.

c) Cu un cronometru sau cu secundarul unui ceas de mână se măsoară durata T a unei rotaţii a discului contorului, urmărind trecerea succesivă prin acelaşi punct a reperului (de obicei negru) al discului. În cazul unor consumatori de putere relativ mare (peste 1 kW) se poate măsura durata unui număr n mai mare de rotaţii (de ex. 10) şi timpul măsurat se împarte la n.

d) Se aplică formula:

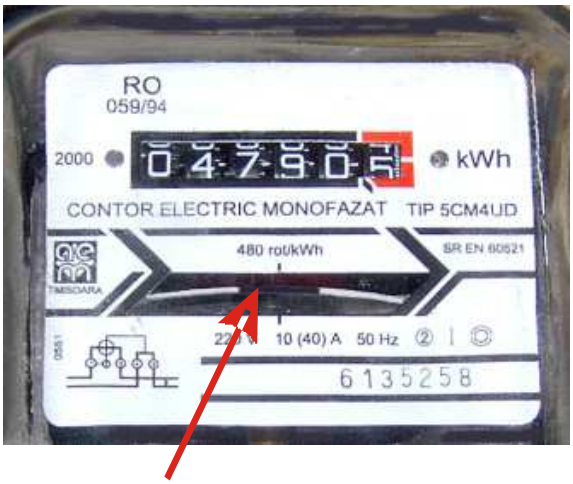
$$P[\mathrm{kW}] = \frac{3600}{T \times C}$$

în care:

P[kW] este puterea (activă) consumată de consumatorul testat, în kilowaţi (kW)

T durata unei rotaţii a discului contorului, în secunde (s)

C constanta contorului, în rotaţii pe kilowatt oră (rot/kWh), înscrisă pe cadranului contorului.



reper negru pe discul rotitor

La cele mai multe contoare (monofazate) de apartament de fabricație curentă, constanta este $C = 480$ rot/kWh. În acest caz formula devine:

$$P[\text{kW}] = \frac{7,5}{T}$$

sau

$$P[\text{W}] = \frac{7500}{T}$$

unde P[W] este puterea determinată, în wați (W). De exemplu, la măsurarea puterii consumate de un frigider, rezultatul măsurat a fost $T = 48$ s; aplicând formula anterioară, se calculează $P = 7500 / 48 = 156$ W.

Dacă, în conformitate cu punctul a), nu se pot deconecta toți consumatorii, şi se constată că discul contorului se rotește, se poate aplica o a doua variantă a metodei. La aceasta, se măsoară mai întâi durata T_1 a rotației discului contorului fără consumatorul testat în funcțiune, şi apoi durata T_2 a rotației cu consumatorul în funcțiune. Formulele de calcul devin:

$$P[\text{kW}] = \frac{3600}{C}\left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}\right)$$

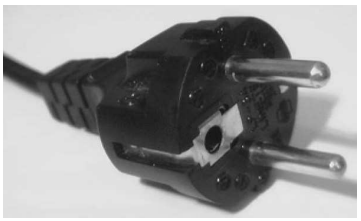
şi, respectiv pentru $C = 480$ rot/kWh:

$$P[\text{kW}] = 7,5\left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}\right); \quad P[\text{W}] = 7500\left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}\right)$$

Precizia metodei depinde de eroarea de bază a contorului (de obicei 2 %) şi de eroarea de măsurare a duratelor de rotație. Cu oarecari precauții, se poate conta pe o incertitudine de ordinul 5 % de determinare a puterii consumate pe această cale.

29.3 Măsurarea rezistenței prizelor de pământ

Suntem obişnuiţi ca în orice apartament să găsim prize electrice cu trei conductoare, aşa-zise prize cu împământare sau "prize schuko". De notat aici că denumirea *schuko* (ceea ce nu toată lumea ştie) provine din termenul german *Schutzkontakt* (contact de protecţie); această priză este folosită de obicei în circuitele de alimentare monofazate de 220...230 V max. 16 A (figura).

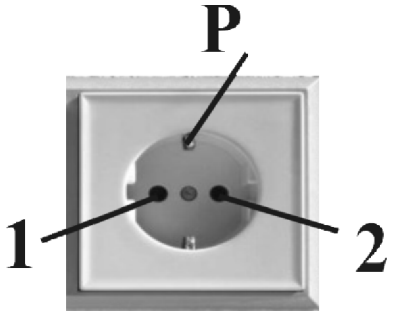


Cele două contacte active fac legătura cu conductoarele reţelei ("fază" şi "nul") şi rolul lor este bine cunoscut. Al treilea contact, cel de protecţie, este legat la pământ, având rolul de a asigura o tensiune minimă (nepericuloasă) acelor consumatori conectaţi prin intermediul prizei care sunt prevăzuţi cu un înveliş metalic (carcasă). Normele de protecţie sunt foarte severe şi exigente în această privinţă, căci în lipsa acestei măsuri s-ar putea produce accidente fatale prin electrocutare. De exemplu, pentru prizele *schuko* normele prevăd ca legătura la pământ să aibă o rezistenţă de max. 4 Ω (ohmi); aceasta înseamnă că în caz de scurtcircuit accidental, curentul maxim garantat de siguranţe (limitat la 16 A) nu va putea produce o tensiune a carcasei metalice care să depăşească $4 \times 16 = 64$ V.

Problema fiind astfel pusă, este evident că rolul legăturii de pământ este esenţial. Absenţa tensiunii de alimentare este sesizată imediat de către utilizator, dar eventuala absenţă sau rezistenţă prea mare a legăturii la pământ trece de cele mai multe ori neobservată. Este surprinzător cât de puţină atenţie se dă acestei elementare măsuri de precauţie, a cărei lipsă poate avea consecinţe foarte grave.

Din fericire, există procedee foarte simple de verificare a integrităţii legăturii la pământ a unei prize de tip *schuko* şi chiar de măsurare (cu aproximaţie) a rezistenţei acestei legături.

a. **Verificarea existenţei legăturii la pământ a unei prize *schuko***. Pentru aceasta este suficientă o "lampă de probă", adică un bec cu dulie adecvată (fasung) şi o pereche de fire de legătură.



În imagine sunt figurate bornele 1 şi 2 ale reţelei, dintre care una este "faza" (conductorul aflat sub tensiune) şi cealaltă este "nulul" (conductorul neutru), precum şi legătura P la pământ. Mai întâi se controlează existenţa tensiunii între punctele 1 şi 2: lampa trebuie să se aprindă. Apoi lampa de probă se conectează

pe rând între 1 – P şi între 2 – P; la una din aceste conectări, lampa trebuie să se aprindă. Dacă lampa nu se aprinde la nici una din încercări, legătura de pământ nu există sau este întreruptă.

b. **Măsurarea rezistenţei legăturii la pământ a prizei *schuko.*** În plus faţă de verificarea descrisă la pct. 1, metoda mai necesită un voltmetru de curent alternativ cu scări de 2 V şi de 20 V. Să presupunem că "1" este faza şi "2" nulul. Voltmetrul se conectează între 2 – P, pe o scară adecvată. Tensiunea măsurată va fi de ordinul volţilor sau zecimilor de volţi. Se conectează apoi lampa de probă între 1 – P şi se citeşte variaţia tensiunii indicate de voltmetru, ΔU_{2P}. Rezistenţa legăturii la pământ va fi

$$R_p = \frac{\Delta U_{2P}}{I_L}$$

unde I_L este curentul prin lampa de probă. Dacă lampa are un bec de P_L waţi, iar tensiunea nominală a reţelei este de 220 V, rezultă $I_L = P_L$ / 220 şi înlocuind mai sus

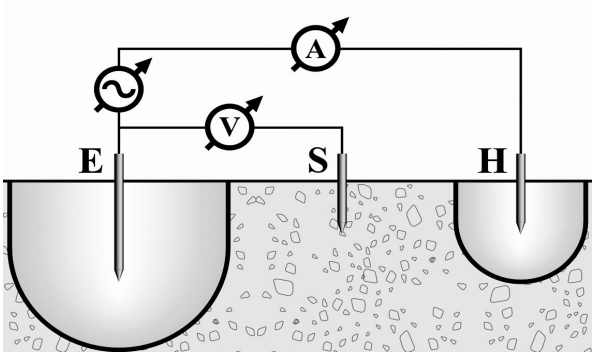
$$R_p = 220\frac{\Delta U_{2P}}{P_L}$$

De exemplu, într-un apartament s-a măsurat ΔU_{2P} = 0,35 V cu o lampă de P_L = 100 W, rezultatul fiind în acest caz $R_p = 220 \times 0{,}35 / 100 = 0{,}77\ \Omega$.

În descrierea acestei metode, s-a presupus că defazajul dintre tensiunile pe nul şi pe conductorul de pământ, din a căror diferenţă a rezultat ΔU_{2P}, este neglijabil. Această ipoteză este rezonabilă, dar se poate face uşor o probă prin suprapunerea unui consum de putere activă pe reţea, în timpul celor două măsurări succesive. În felul acesta, cele două tensiuni măsurate îşi vor modifica valorile, dar diferenţa lor ar trebui să rămână constantă.

c. **Măsurarea rezistenţei prizelor de pământ.** Metoda aplicată de profesionişti pentru măsurarea rezistenţei unei prize de pământ utilizează aparate specializate, numite "testere" de prize de pământ. Acestea conţin un generator electronic pe o frecvenţă situată între armonicele frecvenţei de 50 Hz – pentru reducerea interferenţelor – şi un voltmetru sensibil la fază, care măsoară tensiunea între priza propriu-zisă şi un electrod auxiliar. Acest gen de testere sunt în prezent foarte răspândite şi se află în dotarea oricărui laborator de instalare şi întreţinere a echipamentelor electroenergetice.

Principiul măsurării rezistenţei unei prize de pământ reiese din figura alăturată, unde E este priza de pământ a cărei rezistenţă se măsoară, H este o priză auxiliară prin care se închide circuitul curentului injectat pentru măsurare şi S este o a doua priză auxiliară care serveşte la măsurarea căderii de tensiune. În zonele emisferice din jurul celor două prize E şi H există variaţii de potenţial importante, dar între ele solul este practic echipotenţial şi poate fi considerat ca având potenţial



nul (egal cu cel al pământului "neperturbat"). Testerul injectează un curent între electrozii E şi H şi măsoară tensiunea între electrozii E şi S. În felul acesta se elimină orice influenţă a electrozilor auxiliari, iar raportul dintre tensiunea măsurată şi curentul injectat este chiar rezistenţa prizei de pământ (numită şi "rezistenţă de dispersie" a prizei).

Metoda prezentată se foloseşte în mod obişnuit pentru măsurarea rezistenţei prizelor de pământ pe teren, acolo unde există acces la priza de măsurat şi se pot "înfige" în pământ cele două prize auxiliare.

Cu o oarecare aproximaţie şi făcând anumite ipoteze simplificatoare, metoda poate fi aplicată şi la măsurarea rezistenţei împământării în instalaţiile electrice din apartamente, fără a avea acces la priza propriu-zisă şi fără a utiliza prize auxiliare în teren. Ideea este de a folosi ca prize auxiliare oricare din instalaţiile existente în apartament, cu condiţia să fie alcătuită din elemente conductoare (metalice) şi să aibă contact cu pământul. Se pot utiliza în acest scop ţevile de apă, ţevile de canalizare, caloriferele, ţevile de gaz metan şi chiar nulul reţelei.

În acelaşi apartament în care s-au făcut măsurările de la pct. 2, s-au făcut alte măsurări cu ajutorul unui aparat (tester prize de pământ) tip CA 6425 fabr. "Chauvin Arnoux", având următoarele caracteristici: 0...2000 Ω în trei domenii de măsurare, afişare 3½ cifre, măsurare cu 2, 3 sau 4 electrozi, semnalizare depăşire rezistenţă de 50 kΩ la conexiunile de potenţial. Măsurarea s-a făcut cu metoda descrisă aici (metoda cu trei electrozi), determinându-se rezistenţa de împământare la aceleaşi prize *schuko*. Ca electrozi auxiliari au fost utilizate succesiv ţeava de apă, ţeava de gaz metan şi nulul reţelei. Rezultatele obţinute au fost în intervalul R_p = 0,70...0,80 Ω, cu oricare din perechile de electrozi auxiliari enumeraţi (la folosirea nulului ca electrod auxiliar valoarea măsurată a prezentat fluctuaţii de ±0,05 Ω).

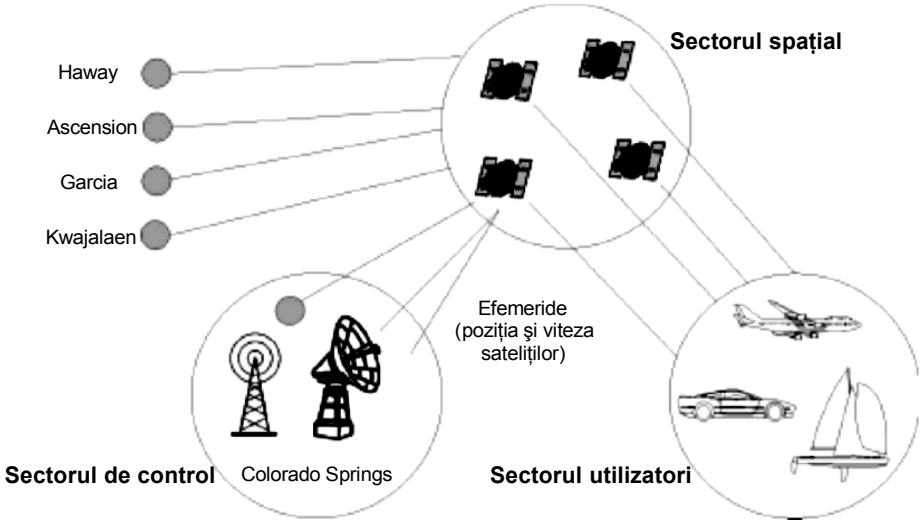
În concluzie, metodele descrise pot fi utilizate pentru măsurări orientative, având avantajul că sunt simple şi la îndemână, nu necesită pregătiri speciale, permiţând verificarea stării protecţiei prizelor din locuinţe.

30 Măsurări cu ajutorul GPS (Global Positioning System)

Încercarea de a afla cât mai exact în ce loc se află şi încotro se îndreaptă este probabil una din cel mai vechi frământări ale omului. Poziționarea şi navigația, activități cruciale în multe situații, se desfăşurau cu multe greutăți în trecut. Odată cu trecerea anilor o serie de tehnologii au adus îmbunătățiri importante în această direcție, dar soluția radicală, simplă şi rapidă a fost creată abia în 1978 (şi definitivată în 1994) de Departamentul de Apărare al S.U.A., care a decis că armata trebuie sa dețină un sistem de poziționare globală superprecis. Din fericire ei au avut şi banii necesari (inițial cca. 12 miliarde dolari, costul anual al menținerii cca. 0,75 miliarde dolari!) pentru a construi ceva cu adevărat bun.

Rezultatul a fost Sistemul de Poziționare Globală (GPS), sistem care a schimbat navigația pentru totdeauna.

GPS (Global Positioning System) este un sistem de poziționare în spațiu cu ajutorul sateliților, format din trei sectoare (figura).



Sectorul spațial este compus din 24 de sateliți, amplasați pe orbite la o distanță de aproximativ 20 200 km de Pământ, cu o perioadă de revoluție de cca. 12 ore. Aceşti sateliți sunt repartizați pe şase planuri, înclinate la cca. 55° față de ecuator. Fiecare satelit este dotat cu ceasuri atomice de foarte mare precizie şi transmite semnale radio sub forma a două unde: L1, cu o frecvență de 1575,42 MHz şi L2, cu o frecvență de 1227,60 MHz. Dintre acestea, numai L1 poate fi folosită de către utilizatorii civili, L2 având doar utilizatori militari.

Sectorul de control este alcătuit din cinci stații de control repartizate pe glob, dintre acestea Colorado Springs din S.U.A. fiind cea care controlează întregul

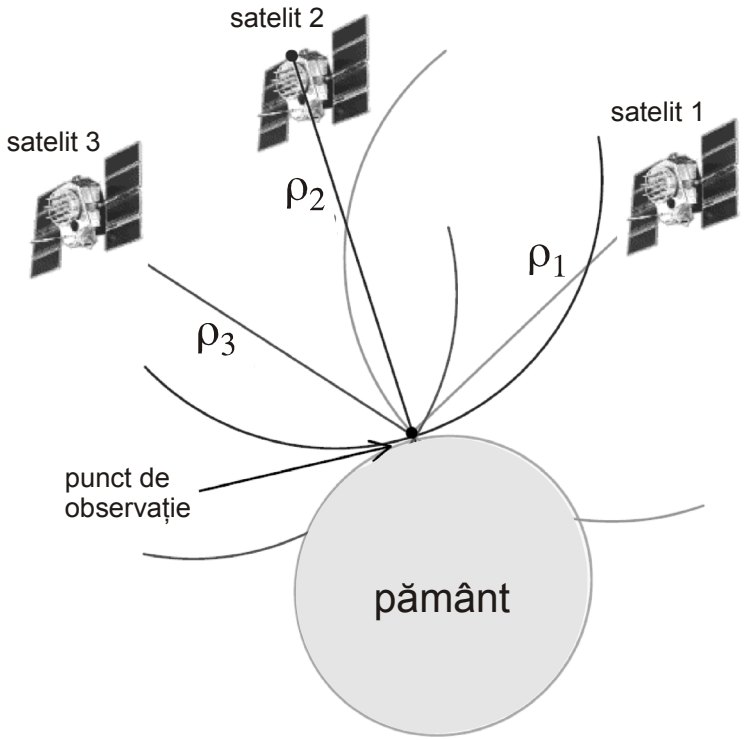
sistem. Rolul acestor staţii este de a recepţiona continuu semnalele tuturor sateliţilor, de a calcula "efemeridele" (date referitoare la poziţia şi viteza fiecărui satelit), de a verifica precizia ceasurilor sateliţilor şi de a retransmite aceste date fiecărui satelit.

Sectorul utilizatori este constituit din totalitatea deţinătorilor de receptoare GPS (civili şi militari), care le folosesc pentru diferite scopuri. Un receptor GPS este un aparat capabil să recepţioneze semnalele emise de sateliţi şi, în funcţie de acestea, să determine poziţia lui pe glob. Se utilizează ca sistem de coordonate de bază coordonatele geografice WGS 84 (World Geodetic System 1984).

Receptoarele GPS au fost miniaturizate până la nivelul a câteva circuite integrate şi au devenit astfel foarte economice, fiind accesibile practic tuturor. La ora actuală GPS îşi găseşte locul în automobile, vapoare, avioane, echipamente de geodezie, topometrie, cadastrare şi construcţii, maşini agricole, computere portabile, telefoane mobile etc.

30.1 Principiul de funcţionare

Poate părea neverosimil, dar întreaga idee pe care se bazează GPS-ul este de a folosi sateliţii în spaţiu ca puncte de referinţă pentru localizarea la sol.



Procedeul constă în "triangulaţia" cunoscută din timpuri mai vechi, de data aceasta prin măsurarea foarte precisă a distanţei de la trei dintre cei 24 sateliţi ai sistemului GPS (totdeauna vor fi vizibili, din orice punct de pe glob, cel puţin patru

sateliţi GPS).

Pentru a putea determina coordonatele unui punct de pe suprafaţa Pământului (sau din apropierea acesteia) este nevoie de semnale provenind de la cel puţin trei sateliţi (dar în practică, din mai multe motive, se preferă raportarea la patru sateliţi). Fiecare satelit poate fi identificat pe baza unui număr atribuit (PRN - Pseudo Random Number), număr care este inclus în semnalul radio emis.

Determinarea distanţei faţă de satelit se face pe baza diferenţei de timp necesare semnalului emis de satelit să ajungă la receptor. Cunoscând intervalul de timp şi viteza propagării semnalului (viteza luminii), se poate determina distanţa.

Mai concret, satelitul 1 trimite un semnal în momentul t_1, iar receptorul GPS îl primeşte în momentul t_2. Distanţa dintre satelitul 1 şi receptor va fi

$$r_1 = (t_2 - t_1) \times \text{viteza luminii}$$

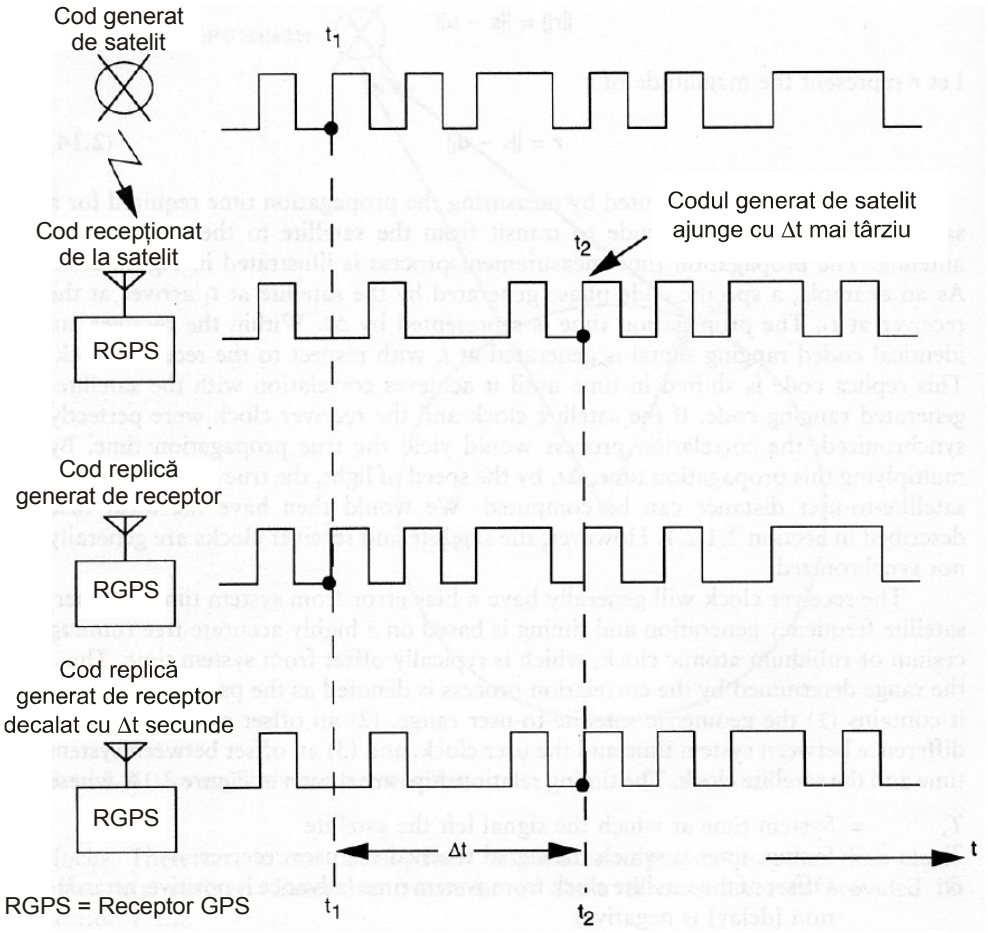
Punctul de observaţie se află deci pe o sferă de rază r_1 având centrul în satelitul *1*. Acelaşi procedeu se aplică fiecăruia din cei trei sateliţi, iar punctul căutat se va afla la intersecţia celor trei sfere. Matematic, relaţia este pentru cele trei cazuri:

$$\rho_r^s = \sqrt{(X_s - X_r)^2 + (Y_s - Y_r)^2 + (Z_s - Z_r)^2}$$

unde X_s, Y_s, Z_s sunt coordonatele satelitului, iar X_r, Y_r, Z_r sunt coordonatele receptorului. Se obţin trei ecuaţii implicite cu trei necunoscute, care se rezolvă în raport cu necunoscutele X_r, Y_r, Z_r.

Semnalele de la sateliţi sunt de forma numită "Pseudo Random Code" (PRC), care constituie un element fundamental al GPS-ului. Din punct de vedere fizic, este un cod digital relativ complex, cu alte cuvinte este o secvenţă complicată de impulsuri 1 si 0. Această formă complexă asigură că receptorul nu se va sincroniza accidental cu alte semnale, "tiparul" fiind atât de complex încât este practic imposibil ca un semnal rătăcit să aibă aceeaşi formă, iar fiecare satelit are propriul şi unicul "Pseudo-Random Code", garantând astfel că receptorul nu va capta accidental semnalul altui satelit. Deci toţi sateliţii pot folosi aceeaşi frecvenţă, fără a se bruia reciproc.

Există şi o altă cauză pentru adoptarea acestui "Pseudo Random-Code" atât de complex, şi anume posibilitatea obţinerii unui raport semnal/zgomot ridicat, prin aplicarea unor procedee bazate pe teoria informaţiei. De aceea receptoarele GPS nu au nevoie de antene mari de satelit pentru a recepţiona semnalele GPS.



Încă un artificiu interesant care merită să fie cunoscut constă în următoarele. Dacă receptoarele ar avea nevoie de ceasuri atomice, GPS ar fi o tehnologie pe care nimeni nu şi-ar putea-o permite. Din fericire, una din ideile care au fost aplicate este efectuarea a încă unei măsurări la satelit: daca trei măsurări perfecte pot localiza un punct în spațiul 3-D, atunci patru măsurări imperfecte pot face acelaşi lucru. Măsurarea în plus rezolvă erorile de sincronizare. Dacă ceasurile receptoarelor ar fi perfecte atunci toate sferele de care am vorbit anterior s-ar intersecta într-un singur punct. Dar cu ceasuri imperfecte, o a patra măsurare, făcută ca o verificare, va conduce la o sferă care nu se va intersecta cu primele trei. Deci computerul receptorului va constata acest lucru şi va căuta un factor de corecție care să reducă erorile de sincronizare până când cele patru sfere se intersectează într-un singur punct. Ideea este extrem de ingenioasă şi permite ca ceasul receptorului să nu aibă o exactitate foarte bună (ea este echivalentă cu cea a unui ceas obişnuit!). În schimb, orice GPS rezonabil va avea nevoie de patru canale pentru a face patru măsurări simultan.

Pentru a determina foarte precis intervalul de timp necesar semnalului emis de satelit să ajungă la receptor, acesta din urmă emite un semnal identic, care va fi decalat față de cel provenit de la satelit. Acest decalaj se poate măsura foarte precis în modul ilustrat în figura anterioară.

În prezentarea de mai sus am presupus că ştim exact unde se află sateliții, asta pentru a-i putea folosi ca puncte de referință. Sateliții fiind situați la înălțime mare, mult în afara atmosferei, orbita lor se conformează unor formule matematice simple. De la stațiile de control de pe sol, sateliții sunt monitorizați, verificându-se în permanență poziția şi viteza lor. De asemenea, sunt corectate aşa-numitele "erori efemere", cauzate în principal de câmpul gravitațional al lunii şi soarelui şi de presiunea radiației solare asupra sateliților. Fiecare satelit include poziția corectată în semnalele de sincronizare pe care le transmite. Aşadar semnalul GPS este mai mult decât un "pseudo-random code" folosit pentru sincronizare, el conține şi un mesaj de navigație cu corecții.

Există mai multe surse de erori care intervin în funcționarea sistemelor GPS, pentru reducerea cărora se apelează la artificii variate. Astfel, în timp ce semnalul GPS trece prin particulele încărcate ale ionosferei şi apoi prin vaporii apei din troposferă, semnalul este încetinit puțin, deci viteza semnalelor GPS diferă de cea considerată inițial, adică viteza luminii în vid. La sol, semnalul poate suferi reflexii multiple, pe obiecte cum sunt clădirile, neuniformitățile reliefului, obstacole diverse. O mulțime de alte erori, de naturi diferite, concură la lărgirea incertitudinii cu care se poate determina localizarea unui punct pe suprafața pământului, în aer sau pe apă. Nu este locul aici pentru analizarea în detaliu a modului de apreciere şi micşorare a acestor erori, în schimb vom descrie sumar metoda directă (sau absolută) şi ceva mai pe larg metoda prin care se poate obține o reducere radicală a tuturor erorilor care intervin, şi anume metoda diferențială.

30.2 Metoda directă (absolută, autonomă)

În acest caz se foloseşte un singur receptor GPS, în modul prezentat până aici. Poziția unui punct, în timp real, se obține cu o precizie relativ mică (±100 m) datorită în special unui bruiaj (Selective Availability – SA) introdus de către Departamentul Apărării al S.U.A., pentru ca presupuşii inamici militari ai SUA să nu poată beneficia de întregul potențial al GPS-ului. Metoda este utilizabilă în cazuri în care nu se cere o precizie mare: navigare pe mare, raliuri, excursii etc. În acelaşi timp, pentru aplicații militare, bruiajul SA poate fi înlăturat prin codul special la care armata are acces, şi incertitudinea de localizare rezulta mai mică (de ordinul ±10 m sau chiar mai mică),

Începând cu 1 mai 2000, printr-o decizie luată de Casa Albă, s-a aprobat întreruperea bruiajului, deci în prezent se poate obține în mod obişnuit o precizie de aprox. ±10 m.

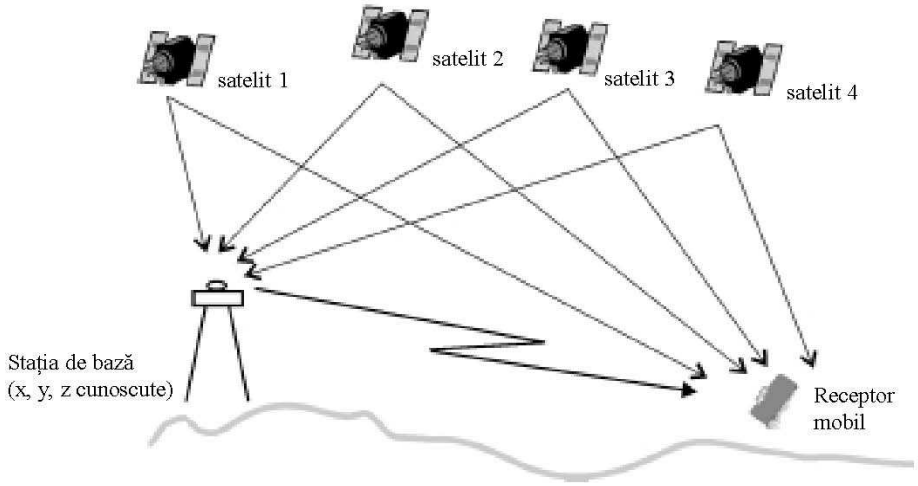
30.3 Metoda diferențială (DGPS)

În acest caz se folosesc două receptoare GPS, din care unul (stație de bază)

este instalat într-un punct de coordonate cunoscute şi celălalt măsoară diferența dintre coordonatele rezultate din analiza semnalelor GPS şi coordonatele cunoscute ale stației de bază.

Pentru a lucra în timp real, aceste diferențe se pot înregistra într-un mesaj de tip RTCM (Radio Technical Commission for Marine) şi acesta se transmite cu ajutorul unui emițător radio. Receptorul GPS are nevoie în acest caz de o antenă suplimentară pentru recepționarea semnalului RTCM, sau mai bine de o antenă combinată (GPS - Radio).

Ideea de bază a metodei diferențiale poate fi concepută astfel: stația de bază dispune de un receptor care măsoară erorile de sincronizare şi care transmite informațiile corectate la celălalt receptor (care poate fi şi în mişcare). In acest mod pot fi eliminate toate erorile din sistem (chiar si eroarea "Disponibilității Selective" amintită mai sus). Acest receptor de referință recepționează practic acelaşi semnal GPS ca şi receptorul aflat in mişcare, dar spre deosebire de un receptor GPS normal el lucrează exact invers, în loc să folosească semnalele de sincronizare pentru a-şi calcula poziția, el îşi foloseşte poziția cunoscută pentru a calcula sincronizarea. Diferența astfel determinată devine un factor de corecție al erorii.



O altă variantă pentru recepționarea corecțiilor în timp real este utilizarea sistemului de telefonie mobilă (GSM), care asigură o acoperire destul de bună a teritoriului.

Se poate însă lucra şi în post-procesare, pentru aceasta este suficient ca la încheierea campaniei de măsurări în teren să se aplice corecțiile diferențiale prin utilizarea fişierului rezultat în urma înregistrărilor receptorului instalat ca stație de bază.

În general, este indicat ca stația de bază să fie instalată cât mai aproape de locul de muncă, pentru o mai mare precizie, astfel eliminându-se erori datorate influenței atmosferei asupra semnalului GPS. În general se consideră că o distanță de până la 30 km între receptorul mobil şi stația de bază poate asigura determinări

cu precizie de ordinul ±1 m sau chiar de câțiva centimetri, în funcție de aparatura folosită şi de condițiile de recepție. Dar şi la distanțe mai mari de stația de referință (de ex. până la 150...200 km) metoda diferențială poate oferi o precizie foarte bună.

Paza de Coastă a S.U.A si alte agenții internaționale au fixat stații de referință peste tot, în special în jurul celor mai cunoscute porturi şi golfuri. Aceste stații, cunoscute şi sub denumirea de "radio-faruri", transmit de obicei aceste informații prin intermediul radarelor de coastă, fixate deja în banda radio de 300 kHz alocată rețelei de coastă. Oricine este aflat în zonă poate recepționa aceste corecții, şi deci poate îmbunătăți precizia măsurărilor prin intermediul GPS. Majoritatea vapoarelor deja dețin stații radio capabile să recepționeze frecvența de 300 kHz, deci adăugarea unui DGPS este foarte simplă. Multe din noile modele de receptoare GPS sunt proiectate să accepte corecții şi unele sunt chiar echipate cu receptoare radio.

Şi în România există o rețea de stații de referință, care asigură posibilitatea determinărilor prin metoda diferențială, cu precizii satisfăcătoare pentru aplicații în geodezie, topometrie etc.

30.4 Categorii de aplicații

Cele mai importante aplicații ale GPS se împart în cinci categorii:

1. Localizarea - determinarea unei poziții
2. Navigația - deplasarea de la un punct la altul
3. Urmărirea - monitorizarea deplasării persoanelor şi obiectelor
4. Maparea - crearea hărților pământului
5. Sincronizarea - realizarea unei sincronizări precise

1. Prima şi cea mai evidentă aplicație a GPS – care răspunde la întrebarea "unde suntem?" – este simpla *determinare a unei poziții* sau locații. GPS-ul este primul sistem de localizare care oferă date extrem de precise pentru orice punct de pe planetă, pe orice vreme. Fie şi numai pentru atât ea poate fi considerată de o utilitate majoră, dar acuratețea GPS şi creativitatea utilizatorilor o fac să fie chiar mai mult decât atât.

Cunoaşterea exactă a poziției unei persoane sau a unui obiect, independent de orice alt reper cunoscut sau alte informații disponibile, în mod absolut şi cu o exactitate practic oricât de bună, a devenit posibilă prin aplicarea tehnicilor GPS la îndemâna oricărui utilizator, amator sau profesionist, civil sau militar, individual sau de grup etc., cu o investiție minimă. Localizarea în cursul unei banale excursii, călătorii sau ascensiuni, şi până la colectarea unor date ştiințifice valoroase (de ex. s-a stabilit creşterea înălțimii muntelui Everest, deplasarea gheţarului Khumbu sau apropierea continentelor african şi american) sunt acum perfect accesibile, prin mijloace relativ simple şi cu precizii extraordinare.

2. A doua aplicație importantă a GPS – cea care răspunde la întrebarea "unde ne ducem?" – ne ajută să ştim *cum ajungem undeva*. De fapt GPS a fost special proiectat pentru a furniza informații de navigație pentru vapoare şi avioane. Dar

aplicația s-a dovedit la fel de utilă şi pentru "navigația" pe uscat.

Este interesant că *navigația pe mare*, unul dintre cele mai vechi canale de transport, a fost revoluționată de introducerea noii tehnologii GPS. Primul receptor GPS din lume a fost introdus pentru navigația marină în anul 1985, ceea ce a făcut ca navigația pe oceanele lumii să fie acum mai precisă ca oricând. In ziua de azi receptoarele GPS se găsesc pe vase din întreaga lume, începând cu mici vase de pescuit şi terminând cu vapoare mari, vase de croazieră şi iahturi de plăcere.

Navigația în aer beneficiază la fel de mult de tehnica GPS. Pilotarea unui monomotor personal sau a unui "jumbo" comercial necesită aceleaşi informații exacte referitoare la navigație, şi GPS face totul pentru aceasta. Punând la dispoziție aparate mult mai precise de navigatie şi sisteme precise de aterizare, GPS nu face zborul doar mai sigur, ci şi mai eficient. Cu o navigație "punct-la-punct" precisă, GPS economiseşte combustibil şi măreşte raza de acțiune a avionului, asigurând piloții că nu se abat de la cea mai directă rută către destinație. Precizia GPS permite de asemenea separări mai sigure ale avioanelor pe rute directe, ceea ce înseamnă practic mai multe avioane în spațiul aerian deja limitat. Şi elicopterele medicale salvează minute în plus datorită preciziei navigației cu GPS.

"Navigația" pe pământ, o artă veche şi chiar o ştiință, care folosea tradițional stelele, busola şi alte informații despre traseu, azi apelează la simple receptoare GPS pentru ghidarea celui care se deplasează mergând pe jos, cu bicicleta, cu automobilul sau cu autocarul. S-au răspândit mai ales aparatele GPS specializate care afişează traseul pe şosea sau pe străzi, în combinație cu adevărate hărți digitale ale unor regiuni sau țări, înmagazinate în software-ul acestui instrument devenit azi universal.

3. Dacă navigația este procesul prin care se ghidează ceva dintr-un punct în altul, atunci *urmărirea* este procesul monitorizării lui în timpul deplasării. Exemple de aplicații în care sunt urmărite persoane sau vehicule, în regim permanent, sunt numeroase. Comerțul se bazează pe vehicule pentru a distribui bunuri şi servicii, fie în oraşe fie la nivel național. Un management efectiv al vehiculelor are implicații directe cum ar fi anunțarea unui client despre ora sosirii unui pachet, eşalonarea pe traseu a autobuzelor, direcționarea unei ambulanțe către locul unui accident etc.

GPS-ul folosit împreună cu linii de comunicație şi computere poate conferi coloana vertebrală pentru sisteme legate de aplicații din agricultură, tranzit greu, distribuție urbană, siguranța publică, urmărirea şi monitorizarea vehiculelor. Astfel, poliția, serviciul de ambulanță şi pompierii au adoptat sisteme care fixează atât poziția destinației cât şi pe cea a celui mai apropiat vehicul; având această imagine clară a situației, dispecerii pot reacționa imediat şi eficient.

4. Trăim într-o lume de întindere mare şi folosirea GPS pentru a *construi cu precizie hărțile* economiseşte timp si bani în cele mai multe din aplicații. Astăzi GPS-urile fac posibil ca un singur om să rezolve într-o zi ceea ce înainte lua o săptămână unei echipe întregi, şi totul la un nivel de precizie mult mai înalt decât

înainte. GPS-ul a revoluționat tehnologia prin care se face "maparea", adică arta şi ştiința localizării punctelor de pe teren, pentru a crea apoi pe baza lor hărțile de orice natură: hărți fizice (cu forme de relief, munți, râuri, păduri etc.), hărți administrative, hărți economice, hărți cu bogățiile subsolului şi altele. Se pot identifica şi localiza animale pe cale de dispariție, minerale prețioase şi tot felul de resurse, accidente şi dezastre, depozite de gunoi şi comori arheologice, etc. GPS mapează lumea!

5. GPS mai este folosit şi pentru *răspândirea orei exacte*, a intervalelor orare şi a frecvenței. GPS face ca "sincronizarea ceasurilor" să fie uşoară si de încredere. Există trei aplicații fundamentale de "folosire" a timpului. Ca un "marker" universal, timpul ne informează când unele evenimente s-au întâmplat sau se vor întâmpla. Ca o posibilitate de a sincroniza fapte, evenimente, sau chiar alte tipuri de semnale, timpul ajută lumea să se "mențină" în orar. Ca o cale de a stabili cât durează procesele, evenimentele sau operațiile, timpul ne oferă un sens precis al duratei.

Sateliții GPS sunt dotați cu ceasuri atomice extrem de precise. Pentru ca sistemul să funcționeze – aşa cum s-a arătat – receptoarele GPS se sincronizează cu aceste ceasuri, ceea ce înseamnă practic că fiecare receptor GPS se comportă în esență ca un ceas atomic. Astronomi, companii de electricitate, rețele de calculatoare, sisteme de comunicații, bănci, stații de radio şi televiziune pot beneficia de această sincronizare precisă. O firmă bancară de investiții foloseşte GPS pentru a garanta că tranzacțiile se înregistrează în acelaşi timp la toate filialele din lume. În concluzie, clasicele etaloane atomice de timp şi frecvență, pe care le deținеau institutele naționale de metrologie şi de la care erau difuzate semnalele etalon corespunzătoare, au fost înlocuite în mare măsură de receptoarele GPS, ieftine şi la îndemână, pe care orice le poate deține.

30.5 Un exemplu de aparat GPS

Mio 169 este un PDA (PDA = *personal digital assistant*, un aparat portabil care combină de obicei un calculator, telefon/fax şi alte facilități, conectate în rețea) compact, portabil, cu GPS încorporat, de o înaltă sensibilitate. Funcționează imediat ce este scos din cutie – se introduce destinația şi se poate pleca la drum. Afişarea imaginii în "portret" sau "peisaj" permite vizualizarea uşoară a traseului de urmat. Include iGO România 2006 | SD – un software de navigație prin GPS pentru Pocket PC.

Mio 169 are instalat Microsoft Pocket PC 2003 care conține Word, Excel, Media Player & Internet Explorer. Permite vizualizarea şi prelucrarea datelor din computer cu ajutorul aplicației ActiveSync. Calendarul, adresele, fotografiile şi alte utilitare, ca Application Program E-backup, Mio Utility, E-Viewer, etc. sunt de asemenea disponibile.

Conținând o aplicație software cu harta completă a României (iGO Romania 2006) pe un card SD, acoperirea cartografică este detaliată astfel încât să permită punctelor de pe intreg teritoriul României să fie interogate pe bază de adrese,

localități sau puncte de interes. Caracteristicile avansate ale aplicației software iGO Romania 2006 | SD mai includ imbunătățirea rutării, opțiuni multiple de planificare a traseelor, vizualizare 3D şi ghidare precisă prin voce şi un sistem interactiv de reconfigurare a traseului. Opțiunile de configurare a locației adaugă flexibilitate planificării traseelor, în timp ce indicațiile de navigare precise, vocale şi vizuale, îmbunătățesc siguranța şi confortul utilizării dispozitivului în timpul deplasării. Software-uri similare sunt disponibile pentru toate statele europene.

Mio 169 include o soluție GPS care asigură o recepție de înaltă sensibilitate a semnalului, mulțumită chipset-ului de ultima generație SIRFStar III. Conține, pe lângă încărcătorul de la rețea, cablul USB şi aplicația ActiveSync pentru transferul de date, şi un kit de instalare pentru autovehicul alcătuit dintr-un suport de prindere universal cu ventuză, un adaptor de brichetă şi o antenă GPS externă.

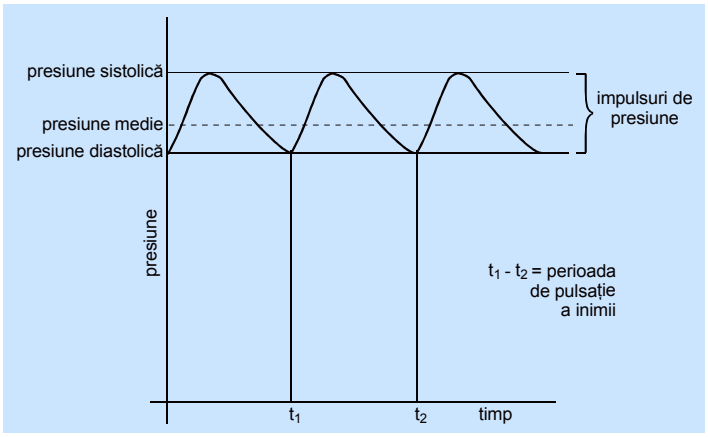
Specificații mai importante: CPU: Intel PXA-255 400 MHz, ecran color LCD 320 x 240 mm, flash ROM: 32MB, RAM: 64MB, slot card memorie SD, modul GPS SiRFStar III încorporat, înregistrare voce (mono), redare MP3 (software), ecran tactil, metodă intrare creion Stylus / Tastatura virtuală, microfon încorporat, difuzor încorporat, căşti, USB 1.1, baterie reîncărcabilă Litiu-Ion încorporată 1350 mAh, atonomie fără GPS 12 ore / cu GPS aprox. 4,5 ore, timp încărcare cca 4 ore, dimensiuni 125,6 mm x 79,5mm x 24,2mm - exclusiv antena, masă 172,35 g.

31 Măsurarea presiunii sangvine (tensiunii arteriale)

Statistici recente arată că aprox. 980 de milioane de persoane din lume suferă de hipertensiune arterială, iar această cifră va ajunge la peste 1,5 miliarde în anul 2025. Dintre aceştia, mai mult de 50 % nu ştiu că sunt hipertensivi, iar dintre cei care ştiu peste 50 % nu se tratează în nici un fel. Din nefericire, tensiunea arterială mărită este aproape totdeauna fără simptome, iar riscurile care o însoţesc cresc o dată cu avansarea bolii: infarct, boli ischemice ale inimii, accidente vasculare cerebrale, afecţiuni renale etc. Peste 62 % din accidentele cerebrovasculare şi 49 % din bolile ischemice pot fi atribuite hipertensiunii, iar fiecare creştere cu 20/10 mmHg a tensiunii arteriale, începând cu valoarea de 120/80 mmHg, dublează riscul acestora!

În SUA bolile cardiocerebrale se află pe locul al 2-lea în ordinea cauzelor de mortalitate şi peste 10...15 ani vor ajunge pe primul loc. În anul 2002 peste 14 milioane de persoane de pe întreg globul pământesc au murit din cauza unor accidente cerebrale şi infarcturi miocardice, iar numărul anual de decese este în creştere. Un număr dublu de persoane au putut fi salvate de la deces, dar au rămas cu invalidităţi, din aceleaşi cauze.

Cea mai mare parte a acestor evenimente ar fi putut fi evitate dacă bolnavii respectivi ar fi fost trataţi în mod corespunzător. Prima condiţie pentru aceasta este controlul periodic al tensiunii arteriale de către toată lumea şi, în mod special, de către cei care au depăşit vârsta de 45 de ani. În rândul medicilor acest fapt este bine cunoscut, dar din păcate mulţi dintre cei vizaţi îl ignoră sau îl neglijează.



Mai grav decât aceasta, sunt numeroşi cei care nici nu ştiu cum se măsoară tensiunea arterială, iar dintre cei care ştiu, mulţi (printre ei chiar unele cadre medicale) nu cunosc bine principiile generale, metodele şi mijloacele de bază ale măsurării ei. În această idee, cele ce urmează constituie o încercare de a le schiţa, prezentând ceea ce ar trebui să ştie utilizatorii aparatelor tradiţionale şi ai celor moderne – foarte răspândite – de măsurare a tensiunii arteriale.

Cum circulă sângele în organismul uman. Sistemul circulator al omului este compus din inimă, artere, vene şi vase capilare. Inima, având patru cavităţi – două ventricule şi două atrii – joacă rolul de pompă şi asigură circulaţia sângelui în întregul corp. Sângele urmează întotdeauna acelaşi traiect în inimă, de la dreapta, spre stânga: sărac în oxigen, intră în ventriculul drept, ajunge la plămâni unde se oxigenează, se reîntoarce la ventriculul stâng, apoi este transmis la aortă, care îl distribuie în corp prin ramificaţiile sale. Funcţionarea inimii cuprinde două faze. În timpul primei faze, diastola, presiunea e mică, sângele umple atriile relaxate, trecând apoi în ventricule prin orificii cu valvele deschise. În a doua fază, atriile se contractă şi tot sângele este împins în ventricule, unde presiunea creşte, atingând un maximum. În mod corespunzător, sunt măsurate două presiuni arteriale: *presiunea sistolică* sau maximală, în timpul contracţiei cardiace, în medie între 100 si 140 mmHg (milimetri coloană de mercur), şi *presiunea diastolică,* minimă, în timpul repausului cardiac (fluxului invers al sângelui), între 60 si 90 mmHg. Acestea sunt cele două cifre pe care vi le comunică medicul, atunci când vă "ia" tensiunea, în exemplul de aici 140 cu 80, sau 100 cu 60 (notate şi 140/80, respectiv 100/60).

În figura alăturată este dat graficul variaţiei în timp a presiunii sangvine, cu evidenţierea presiunilor sistolică şi diastolică. Diferenţa dintre presiunea sistolică (presiunea maximă) şi presiunea distolică (presiunea minimă) este *amplitudinea* impulsurilor de presiune iar valoarea medie a curbei reprezentate este *presiunea medie*. Între aceste valori există relaţia empirică (aproximativă)

$$\text{presiunea medie} = \text{presiunea diastolică} + \\ + 1/3\ (\text{presiunea sistolică} + \text{presiunea diastolică})$$

Măsurarea presiunii sangvine. Mai întâi, o observaţie privind terminologia. Riguros vorbind, termenul corect este *presiune sangvină* sau *presiunea sângelui* (fiindcă aceasta este mărimea fizică primară care caracterizează fenomenul şi care se măsoară). Dar în lumea medicală (doctori, pacienţi) s-a încetăţenit termenul echivalent *tensiune arterială*, precum şi termenii derivaţi *hipertensiune*, *hipotensiune* etc. Unitatea de măsură SI a presiunii este pascalul (Pa), dar pentru presiunea sangvină (tensiunea arterială) s-a generalizat utilizarea unei unităţi din afara SI, milimetrul coloană de mercur (mmHg); relaţia dintre acestea este

$$1\ \text{mmHg} = 133{,}3\ \text{Pa}$$

Pentru măsurarea presiunii sangvine există mai multe metode. Prima clasificare a lor este aceea de metode invazive şi metode neinvazive.

Metodele *invazive* presupun introducerea unui "cateter" într-o arteră şi măsurarea direct, cu ajutorul unui sensor plasat în vârful acestuia, a presiunii sangvine. După cum le arată şi denumirea, metodele invazive acţionează cu o anumită "brutalitate" asupra pacientului şi, ca atare, se utilizează numai în cazuri excepţionale, atunci când – din anumite motive – alte metode sunt inaplicabile sau dau erori mari.

Metodele *neinvazive* sunt metode indirecte de măsurare: nu se măsoară direct presiunea sângelui pompat de inimă, ci presiunea din interiorul unui "manşon" înfăşurat pe braţ (deasupra cotului) şi umflat cu aer până când cele două presiuni – cea sangvină şi cea a aerului din manşon – se echilibrează. Acest artificiu permite o efectuare comodă a măsurării, care durează cel mult 1...2 minute, fără să producă vreo durere sau neplăcere pacientului. În schimb, apare o oarecare imprecizie a măsurării, care poate fi admisă în marea majoritate a cazurilor. De fapt, metodele neinvazive sunt singurele larg răspândite azi şi folosite curent în toate măsurările de rutină sau pentru monitorizare.

În prezent se utilizează două categorii mari de metode neinvazive: metoda cu auscultaţie şi metoda oscilometrică.

Metoda *auscultaţiei* (examinare cu urechea sau cu stetoscopul – din verbul latin *auscultare*) utilizează un stetoscop şi un sfigmomanometru (termen compus din *sphygmós* – puls în greacă, şi manometru – aparat de măsurat presiunea). Se pompează aer în manşon (cu o "pară" de cauciuc acţionată manual, sau cu o "pompiţă" electrică) până se depăşeşte presiunea sistolică, artera brahială fiind astfel complet obturată. Apoi se eliberează încet aerul din manşon, urmărind în acelaşi timp cu stetoscopul zgomotele din arteră. În clipa când presiunea din manşon scade sub presiunea sistolică, se aude un uşor sunet în stetoscop, numit *sunet* (sau *zgomot*) *Korotkoff*, datorit curgerii turbulente a sângelui prin arteră. Acesta persistă până în momentul în care presiunea din manşon scade sub presiunea diastolică, situaţie în care curgerea prin arteră devine liberă şi sunetele Korotkoff dispar. Valorile corespunzătoare ale presiunii citite la manometru reprezintă presiunea sistolică şi presiunea diastolică.

Metoda *oscilometrică* foloseşte de asemenea un manşon ataşat pe braţ, dar în loc de stetoscop este introdus în manşon un sensor de presiune, care preia pulsaţiile presiunii sangvine din arteră. Se pompează aer sub presiune în manşon, de obicei printr-o mică pompă electrică, până se depăşeşte presiunea sistolică. Apoi aerul din manşon este eliberat treptat, până când presiunea scade sub cea diastolică. În acest timp pulsaţiile presiunii din manşon variază, trecând printr-un maxim, care – aşa cum s-a dovedit – corespunde exact presiunii medii în arteră. Acest maxim este detectat de aparat şi concomitent este măsurată presiunea corespunzătoare prin intermediul sensorului de presiune. Deci la metoda oscilometrică se determină direct *presiunea medie*, iar

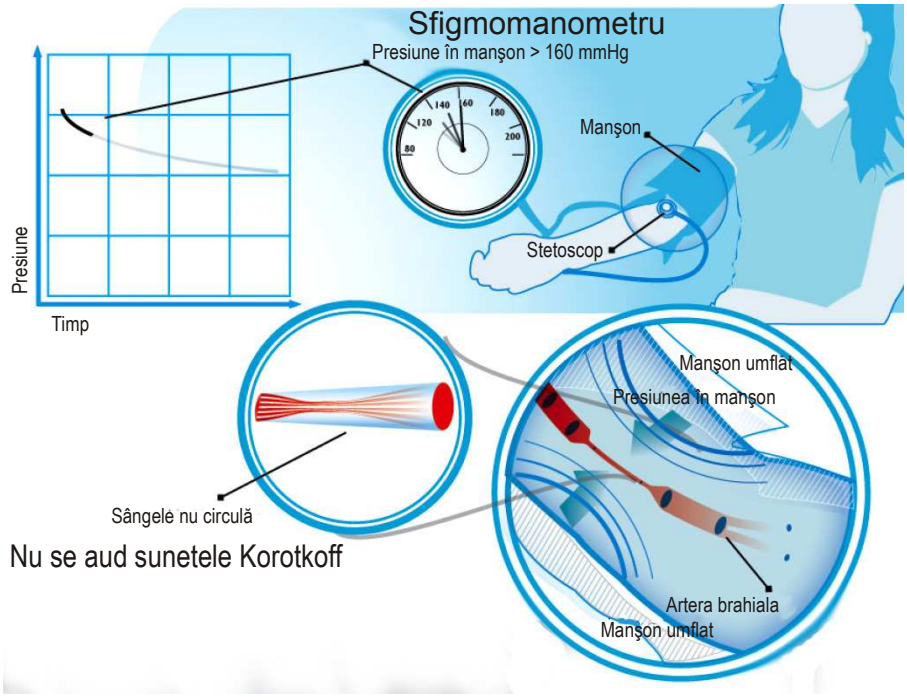
presiunile sistolică şi diastolică sunt deduse printr-un calcul. Totul se petrece în mod automat, fără participare umană, aparatul afişând numai valorile celor două presiuni: sistolică ("maxima") şi diastolică ("minima"). Se afişează de asemenea valoarea pulsului (în pulsații pe minut).

31.1 Măsurarea presiunii sangvine prin metoda auscultației.

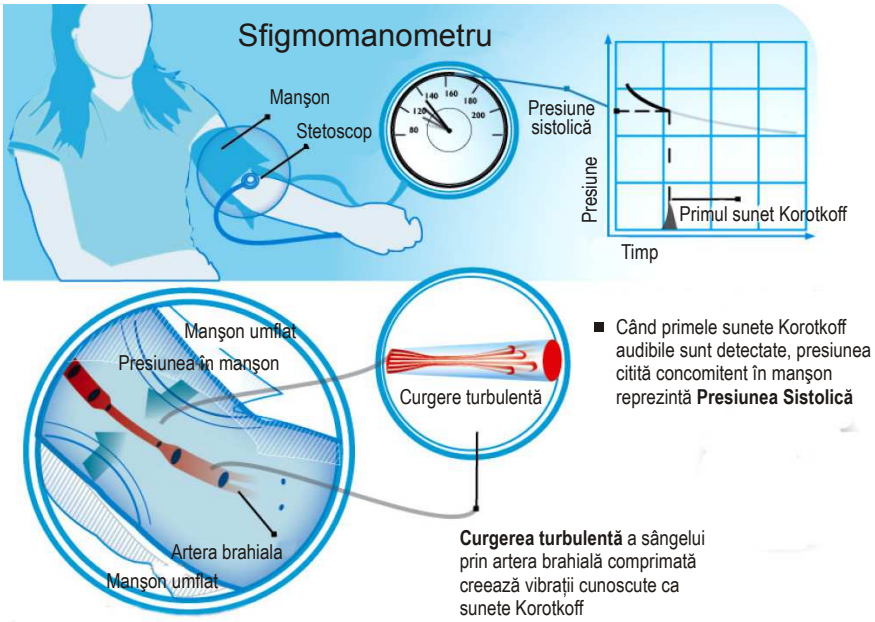
Stetoscopul se plasează pe artera brahială, în dreptul cotului. Manometrul cel mai precis este cel cu coloană de mercur (care nu are nevoie de calibrare), dar utilizarea sa nu este recomandabilă datorită riscului pe care îl implică toxicitatea mercurului. Cel mai des folosit este manometrul "aneroid" (cu capsulă etanşă), a cărui eroare nu trebuie să depăşească ±3 mmHg. Manşonul, de dimensiuni potrivite (în funcție de grosimea brațului pacientului, detaliu de obicei neglijat), se înfăşoară în jurul brațului, imediat deasupra cotului.

Măsurarea se desfăşoară în următoarele trei secvențe.

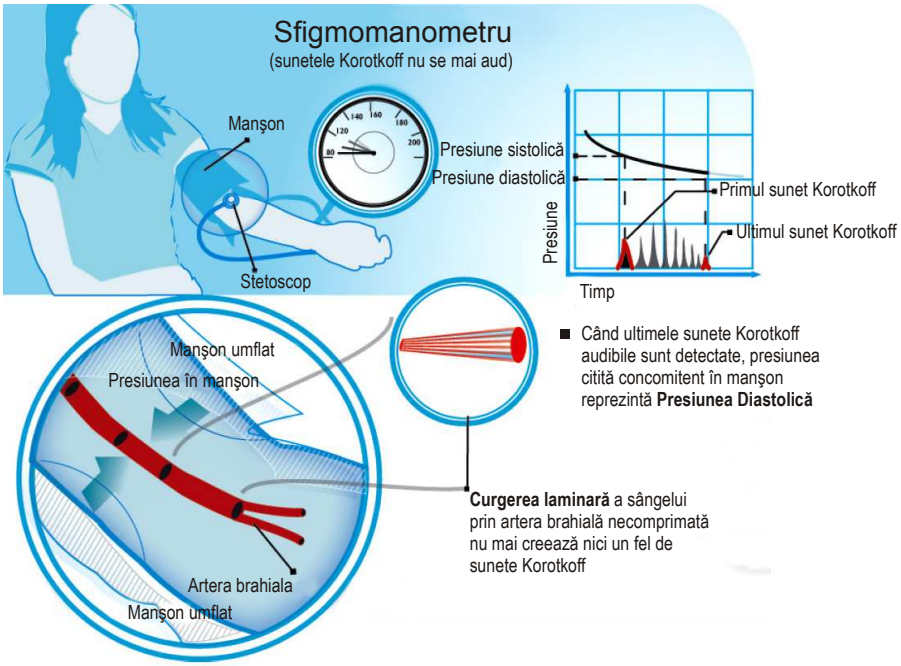
a) Se umflă manşonul până la o presiune de cel puțin 160 mmHg.



b) Se eliberează treptat aerul din manşon, cu atenție la stetoscop şi urmărind indicația manometrului.



c) Se eliberează mai departe aerul din manşon, cu atenţie în continuare la stetoscop şi urmărind indicaţia manometrului.

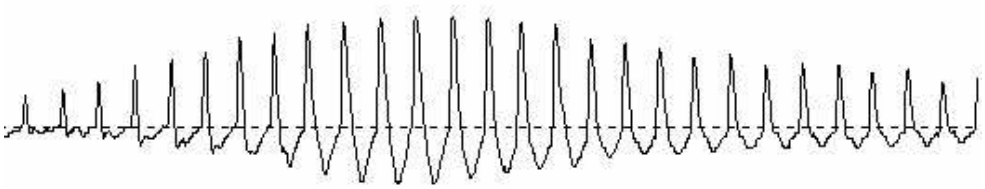


Originea sunetelor (zgomotului) Korotkoff nu este încă lămurită complet, deşi ele sunt cunoscute de peste un secol. Un prim sunet, ca un impuls, se produce în momentul declanşării curgerii primului jet de sânge prin arteră, urmat de alte

sunete în patru faze consecutive, care sunt atribuite unor cauze diferite: turbulența curgerii, frecarea cu pereții arterei, efecte de vârtej şi de undă de şoc etc. Pentru operatorul care sesizează sunetul în stetoscop, momentul inițial este destul de clar (care marchează presiunea sistolică), dar momentul final este mai greu de prins, şi din această cauză valoarea presiunii diastolice este mai greu de determinat.

31.2 Măsurarea presiunii sangvine prin metoda oscilometrică.

Manşonul se aplică tot pe braț, ca şi la metoda auscultației, dar frecvent se întâlnesc şi aparate care se ataşează la încheietura mâinii sau (mai rar) pe deget (aceste ultime două variante sunt mai puțin recomandabile). Metoda oscilometrică reclamă mai puțină calificare decât metoda auscultației şi se pretează foarte bine la monitorizări pe perioade lungi, la utilizare de către personal de calificare inferioară sau chiar de către pacient. Denumirea metodei provine de la principiul ei: măsurarea se execută asupra oscilațiilor presiunii din manşon, care arată ca în figura alăturată.

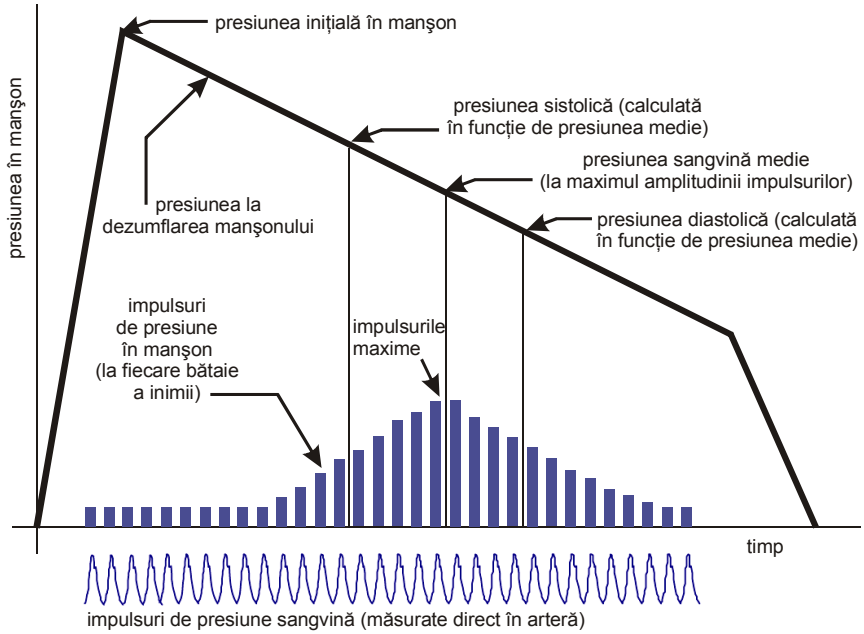


Amplitudinea acestor oscilații este aproximativ constantă atât timp cât presiunea aplicată aerului din manşon este superioară presiunii sistolice, ca şi după scăderea ei sub presiunea diastolică. Între aceste două praguri, amplitudinea oscilațiilor creşte la început, ajunge la un maximum şi apoi descreşte către o nouă valoare constantă. Aparatul măsoară de fapt presiunea sangvină din momentul maximului amplitudinii oscilațiilor, egală cu presiunea maximă p_m; valorile presiunilor sistolică p_s şi diastolică p_d sunt apoi calculate automat, pe baza unor algoritmi proprii fiecărui tip de aparat. De aici rezultă că precizia cu care se se obține valoarea măsurată a presiunii medii are o importanță critică, deoarece ea determină şi precizia valorilor calculate ale presiunilor sistolică şi diastolică.

Mersul măsurării prin metoda oscilometrică poate fi observat pe figura următoare.

Amplitudinea acestor impulsuri, în cursul dezumflării manşonului, variază în următoarea secvență:

1. Presiunea mult peste cea sistolică: impulsuri de amplitudine mică
2. Presiunea apropiată de cea sistolică: amplitudinea începe să crească
3. Presiunea egală cu cea sistolică: amplitudinea creşte în continuare
4. Presiunea între cea sistolică şi diastolică: amplitudinea atinge un maximum
5. Presiunea se apropie de cea diastolică: amplitudinea descreşte
6. Presiunea egală cu cea diastolică: amplitudinea scade în continuare
7. Presiunea mult sub cea diastolică: impulsuri de amplitudine mică



Măsurarea cu precizie a presiunii medii, care coincide cu punctul unde amplitudinea impulsurilor este maximă (faza nr. 4), condiționează întregul proces de măsurare prin metoda oscilometrică. Cele mai multe aparate detectează acest punct identificând perechea de impulsuri de amplitudini egale (vezi figura), maximul căutat fiind la mijlocului intervalului de timp dintre ele (dacă nu se găsesc două impulsuri egale, se face o interpolare).

A doua etapă, la fel de importantă, este determinarea presiunilor sistolică p_s şi diastolică p_d în funcție de presiunea medie p_m. Algoritmii cei mai obişnuiți, rezultați din numeroase experimentări – atât pe oameni cât şi pe animale – asociază cele două presiuni p_s şi p_d cu amplitudinea impulsurilor, folosind relațiile empirice:

- la presiunea sistolică p_s: amplitudinea este 50% din cea maximă
- la presiunea diastolică p_d: amplitudinea este 80% din cea maximă

Diversele construcții de aparate automate utilizează coeficienți diferiți față de cei de mai sus, în general între 46%...64% pentru presiunea sistolică şi 59%...82% pentru presiunea diastolică.

În construcțiile mai pretențioase, mai ales cele destinate pentru spitale, sunt analizate nu numai amplitudinile impulsurilor, dar şi "înfăşurătoarea" lor şi pantele de creştere – descreştere a acesteia, precum şi alți factori mai complecşi.

În ultimii ani, au apărut standarde naționale şi internaționale care recomandă validarea aparatelor bazate pe metoda oscilometrică prin comparație cu metoda auscultației. De exemplu, standardul AAMI (*American Association for the Advancement of Medical Instrumentation*) cere ca diferențe dintre cele două

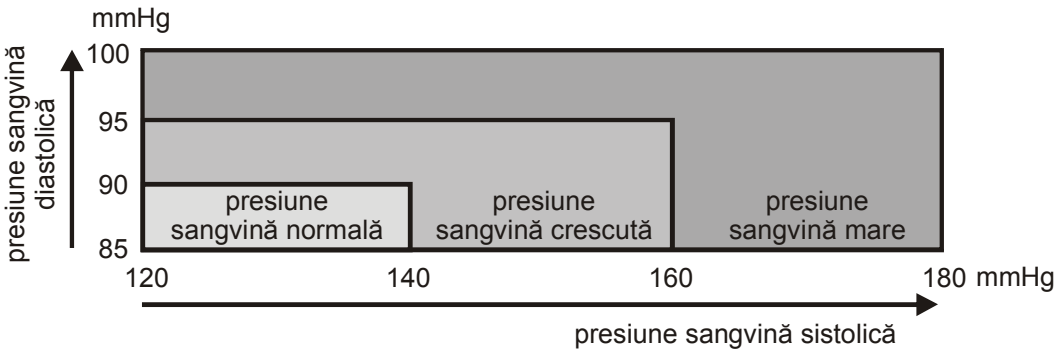
metode să nu depăşească, în medie, ±5 mmHg, iar abaterile standard ale acestora să fie sub ±7 mmHg. Majoritatea producătorilor dispun de certificate de validare care respectă aceste cerințe, eliberate de laboratoare neutre.

Trebuie totuşi observat că aparatele bazate pe metoda oscilometrică pot da rezultate nesatisfăcătoare pe anumiți pacienți, în special pe cei vârstnici sau pe cei suferinzi de anumite afecțiuni ale sistemului circulator (rigiditatea arterelor, aritmii, fibrilații etc.).

Câteva precuații şi recomandări pentru cei care îşi măsoară singuri presiunea arterială.

- Staţi relaxat, lejer, pe un scaun cu spătar sau culcat.
- Manşonul să fie situat aproximativ la înălțimea inimii (această recomandare este importantă mai ales la aparatele de încheietură sau deget, pe care pacientul trebuie să le mențină la nivelul inimii)
- Poate fi folosit oricare din cele două brațe, dar e bine ca toate măsurările periodice să fie făcute pe acelaşi braț.
- Înainte de măsurare, aşteptați cu corpul relaxat câteva minute. În acest timp feriți-vă de emoții, enervări, evitați conversația.
- Efectuați măsurările periodice (eventual zilnice) în condiții similare, nu imediat după mese consistente, după fumat sau consum de băuturi alcoolice. Cele mai relevante sunt măsurările făcute dimineața, înainte de a mânca sau bea.
- Dacă doriți să faceți mai multe măsurări consecutive, lăsați un interval de timp de cel puțin 10...15 minute între ele. Blocarea repetată a circulației sângelui în braț poate influența valoarea presiunii sangvine.

În figura alăturată sunt date, orientativ, valorile normale, crescute şi anormal de mari ale presiunilor sangvine sistolice şi diastolice. Aici trebuie remarcat că limitele normale de 140/90 mmHg nu coincid cu cele recomandate de unele organizații din domeniul sănătății, multe din ele indicând valorile de doar până la 120/80 sau 130/85 ca fiind normale.



32 pH-ul şi organismul uman

Conceptul de pH. Întâlnim frecvent termenul pH, pe etichetele sau prospectele conservelor şi ale medicamentelor, băuturilor, alimentelor, în descrierea unor articole de gospodărie sau cosmetică, produse biologice, în caracterizarea solurilor, în industria textilă, a vopselelor, a hârtiei, a materialelor plastice, îngrăşămintelor, cimenturilor, sticlei, metalurgie, electrotehnică, tehnologia materialelor etc. Este bine ca utilizatorul acestora să aibă un minim de cunoştinţe despre noţiunea de pH, care sunt valorile uzuale şi cum se măsoară ele.

pH este o măsură a *aciditătii* sau *alcalinităţii* unei soluţii apoase. Valorile uzuale ale pH se întind de la 0 la 14; valorile între 0 şi 7 corespund soluţiilor *acide* iar cele cuprinse între 7 şi 14 soluţiilor *alcaline* (bazice). pH-ul egal cu 7 este considerat neutru (la 25 °C).

Cantitativ, pH se exprimă ca fiind concentraţia ionilor de hidrogen în soluţie:

$$pH = -\lg [H^+]$$

unde simbolul lg este logaritmul în bază 10 (echivalent cu $\log_{10}[H^+]$).

Conceptul de pH a fost introdus de chimistul danez S.P.L. Sorensen în 1909, iar termenul pH provine de la "potenţial de hidrogen". Scara valorilor pH este o scară logaritmică; de exemplu, o variaţie a pH-ului de la 2 la 3 înseamnă o scădere de 10 ori a concentraţiei de ioni H^+, iar o variaţie a pH-ului de la 2 la 4 înseamnă o scădere de 100 de ori (10 × 10) concentraţiei de H^+ etc.

Substanţă	pH
Acid clorhidric	-1.0
Acid sulfuric (pt. acumulator)	0.5
Acid gastric	1.5 – 2.0
Suc de lămâie	2.4
Cola	2.5
Oţet	2.9
Suc de portocale/mere	3.5
Bere	4.5
Ploaie acidă	<5.0
Cafea	5.0
Ceai	5.5
Lapte	6.5
Apă pură	7.0
Salivă umană	6.5 – 7.4
Sânge	7.34 – 7.45
Apă de mare	7.7 – 8.3
Săpun de mâini	9.0 – 10.0
Amoniac casnic	11.5
Apă de var	12.5
Sodă caustică	13.5

32.1 Măsurarea pH-ului

Măsurarea pH-ului poate fi făcută, în principiu, prin mai multe metode.

a) Cu "hârtii" indicatoare. În comerţ există o mare varietate de "hârtii" indicatoare de pH, care imersate în soluţia a cărui pH se măsoară, se colorează în diferite nuanţe, în funcţie de valoarea pH-ului. Cea mai cunoscută este hârtia de turnesol ("*litmus*"), care se colorează în roşu în soluţii acide şi în

albastru în soluţii bazice. Există însă şi tipuri mai performante, unele pentru intervale mai înguste de pH. În varianta simplă, dar mai puţin precisă, valoarea pH-ului se determină după culoarea rezultată, pe baza unui tabel. O variantă mai exactă constă în compararea culorii hârtiei indicatoare la imersarea ei în lichidul cu pH necunoscut şi într-o soluţie etalon, cu pH cunoscut. Metoda hârtiilor indicatoare este o metodă rapidă, dar numai pentru testări orientative.

b) Metode utilizând electrozi metalici. Metoda se aplică în mai multe variante: metoda "electrodului de hidrogen" (bară de platină acoperită cu negru de platină), metoda electrodului de quinhydronă şi a celui de stibiu (tijă de stibiu polizată) etc. Unele din metode sunt foarte precise, dar sunt laborioase şi costisitoare; se aplică de obicei pentru testarea sau validarea altor metode curente.

c) Metoda electrodului de sticlă. Este cea mai răspândită metodă, relativ ieftină şi poate fi foarte precisă, întrucât s-a ajuns la o tehnologie de fabricaţie a electrozilor cu o bună reproductibilitate. Permite măsurări rapide şi este aplicabilă la o varietate mare de soluţii.

Figura de pe pagina anterioară dă câteva exemple tipice de valori pH pentru substanţe întâlnite des.

32.2 Rolul pH-ului în funcţionarea organismului uman

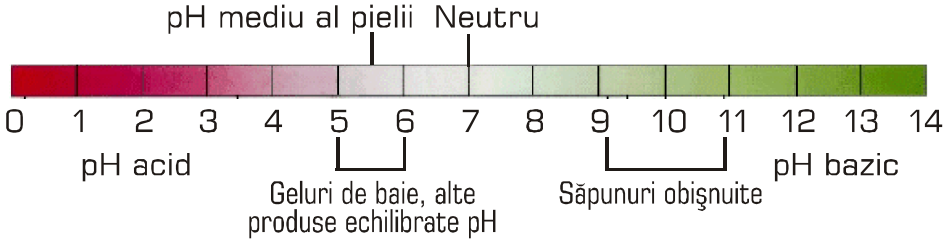
În următoarele rânduri încercăm să facem cunoscute câteva idei şi păreri ale medicului *DeForest Clinton Jarvis*, exprimate în cartea sa "Folk Medicine", ed. Holt, SUA, 1958, care a fost tradusă ulterior în peste 30 de limbi, devenind un veritabil *best-seller* mondial (lucrarea a apărut şi în traducere românească, sub titlul D.C.Jarvis: Mierea şi alte produse naturale – experienţa şi studiul de o viaţă întreagă ale unui medic – ed. Apimondia, Bucureşti, 1976). Dacă veţi căuta pe Internet subiectul, veţi găsi zeci de mii de adrese, al căror laitmotiv este aproape acelaşi: leacul universal denumit popular *honegar* (prin combinarea cuvintelor *honey* şi *vinegar*), adică "miere" şi "oţet" (de mere). Dr. Jarvis (1881-1966) porneşte de la medicina populară tradiţională a statului Vermont – unde şi-a petrecut viaţa – şi îi adaugă observaţiile şi concluziile personale, rezultate după cercetări asidue şi inteligente de o viaţă.

Amestecul "miraculos" al Dr. Jarvis are o reţetă foarte simplă: 2 linguriţe de miere şi 2 de oţet de mere amestecate într-un pahar cu apă, se beau o dată sau de mai multe ori pe zi, în funcţie de durata efortului fizic şi intelectual (de fapt, oţetul folosit în SUA este oţet din cidru de mere, dar la noi poate fi înlocuit cu oţetul de mere care se găseşte la orice magazin PLAFAR). Acest amestec are un gust plăcut, aromat; oţetul aduce conţinutul de minerale din măr, iar mierea aduce mineralele din nectarul florilor. El este recomandat şi se foloseşte cu succes la tratarea tusei, insomniei, afecţiunilor urinare, deranjamentelor stomacale, arsurilor, cârceilor, sinuzitei, guturaiului, durerilor de gât, bolilor reumatismale, gutei, alcoolismului, obezităţii, oboselii cronice, migrenelor, hipertensiunii arteriale, ameţelilor etc.

Una din constatările dr. Jarvis este lipsa frecventă de potasiu în organismele oamenilor şi animalelor. Simptomele tipice a insuficienţei potasiului sunt: intelect greoi, oboseală, sensibilitate la răceală, scăderea apetitului, răni care se vindecă greu, mâncărimi ale pielii, cârcei, carii dentare, dureri la încheieturi etc. Prin administrarea unor alimente bogate în potasiu – legume proaspete, fructe, ardei iute, miere etc. – aceste probleme se diminuează sau dispar. Acţiunea amestecului miere + oţet de miere, ambele componente fiind bogate în potasiu, poate fi se asemenea atribuită suplimentului de potasiu pe care îl furnizează organismului.

O altă observaţie interesantă a dr. Jarvis este corelaţia dintre starea bună de sănătate şi pH-ul urinei. La un om normal urina are un pH uşor acid, în jurul lui 5,5...6 (măsurată de preferinţă dimineaţa, pe stomacul gol). În cazul unei boli, infecţii sau altor dereglări se constată o creştere bruscă a pH-ului urinei, care devine alcalină. Astfel, în cazuri justificate, monitorizarea pH-ului urinei (simplu, cu metoda hârtiei de turnesol) poate da indicii despre sănătatea unui pacient.

Un semnal special este lansat în lucrare cu privire la folosirea săpunurilor obişnuite pentru spălarea corpului, baie sau duş. Pielea sănătoasă este acoperită cu un strat protector natural, creat de glandele ce secretă grăsimea epidermei, având un pH mediu de 5,5; acesta protejează de agresiunea microbilor suprafaţa pielii, cel mai întins organ al omului şi principalul "apărător" al corpului uman. Însă, din păcate, săpunurile de fabricaţie curentă sunt puternic bazice, cu valori pH cuprinse între 9...11, şi o baie sau un duş cu un asemenea săpun poate fi o reală agresiune la sănătatea fizică a individului. În acest mod, echilibrul acid-bazic al suprafeţei pielii – menţinut natural de organismul uman – este răsturnat brutal, pielea devine tensionată, uscată şi rigidă; revenirea ei la normal durează între 12...24 ore. Practicarea repetată a acestei operaţii accentuează efectele ei negative, se poate ajunge după un timp la astuparea porilor, un aspect de "solzi" al pielii, pergamentos şi îmbătrânit prematur. Ca măsură preventivă, dr. Jarvis recomandă o fricţiune pe tot corpul, după fiecare baie sau duş, cu oţet de mere diluat.


pH mediu al pielii
Neutru
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14
pH acid
pH bazic
Geluri de baie, alte produse echilibrate pH
Săpunuri obişnuite

O altă cale, mai modernă, este folosirea gelurilor de baie, a săpunurilor lichide sau altor produse caracterizate prin "pH echilibrat", fabricate astfel ca să fie compatibile cu aciditatea epidermei, care astfel rămâne protejată şi sănătoasă, putând "respira" liber . Deci înlocuirea săpunului tradiţional cu un produs având pH echilibrat nu este un simplu "moft", ci are o justificare certă.

Într-o anexă a cărţii dr. Jarvis, este descrisă o "reţetă" populară de dezalcoolizare, bazată pe administrarea de miere. Este dat un exemplu, desigur

insuficient pentru a fi pe deplin convingător, dar merită să fie încercat în caz de nevoie. S-a dat unui pacient o cantitate de 0,9 kg de miere, repartizată în doze aprox. egale timp de 24 de ore. În acelaşi interval de timp, mâncarea a fost redusă la un ou moale, un pahar de suc de roşii şi o bucată de carne tocată. După această "cură", bolnavul a fost vindecat de alcoolism! Autorul explică acest efect prin conținutul mare de potasiu al mierii, benefic pentru un organism cu deficiență de potasiu care în cele din urmă devine alcoolic.

În această ordine de idei, el dă următoarea listă de băuturi, împreună cu valorile caracteristice ale pH-ului:

Băutura	**pH**	**Băutura**	**pH**
Bere	4,5	Rom	5,5
Vin de Jerez	4,5	Whisky	6,0
Vin de Porto	4,5	Lichior de mentă	6,0
Vermut	4,5	Gin	6,0
Sifon	5,5	Apă de Vichy	7,0

Cam în aceeaşi gamă de acidități se încadrează alte două băuturi extrem de populare, cafeaua şi ceaiul.

În sfârşit, în altă anexă sunt date valorile pH-ului mediilor optime de dezvoltare a unor tipuri de bacterii patogene, răspândite la om.

Microbi	**pH optim de dezvoltare**	**Microbi**	**pH optim de dezvoltare**
Stafilococi	7,4	*H. Influenzae*	7,8
Streptococi	7,4...7,6	*Corynebacterium diphteriae*	7,2
Pneumococi	7,6...7,8	*B. abortus*	7,2...7,4
Gonococi	7,0...7,4	*B. tularemiae*	6,8...7,3
Meningococi	7,4...7,6	*Clostridium tetani*	7,0...7,6

Se observă că, fără excepție, microbii dăunători pentru organismul uman se dezvoltă în medii alcaline. Se poate trage concluzia că omul şi animalele caută instinctiv hrana acidă, pentru a contracara dezvoltarea microbilor dăunători. Iar natura a răspândit vegetația acidă peste tot, cu generozitate, dând posibilitatea ca aceasta să fie la îndemână şi să fie consumată ca mijloc de protecție.

Idei şi comentarii din lumea metrologiei

33 Factorul uman în măsurări

Ca în majoritatea profesiunilor de o anumită calificare, şi în domeniul măsurărilor (metrologie) sunt necesare anumite calităţi fizice şi psihice ale celor care îmbrăţişează una din meseriile implicate. Desigur, aici pot fi întâlnite persoane de diferite pregătiri şi funcţii, într-o ierarhie care se întinde de la şefii unor laboratoare sau servicii, până le tehnicieni, operatori sau executanţi ai unor operaţii diverse. Cele mai multe sunt caracterizate printr-o mare varietate şi un caracter nerepetitiv, lucrările de rutină sau simple în conţinut fiind mai rare.

Dintre *calităţile fizice*, ar putea fi luate în consideraţie forţa fizică, îndemânarea şi rezistenţa.

Forţa fizică se cere numai la cei care lucrează în sectoare mai speciale ale măsurărilor, ca de exemplu măsurări de forţe mari (unde trebuie manevrate dinamometre de dimensiuni şi mase importante), de presiuni (de exemplu, folosind manometre piston şi greutăţi) sau, în general, acolo unde se utilizează aparate voluminoase şi/sau grele.

Îndemânarea (manuală) este necesară în multe din locurile de muncă specifice, de pildă la aparatele la care reglajele se fac cu butoane, şuruburi, rotiţe, braţe şi unde se cere o anumită fineţe a lor. În general însă, aceste deprinderi pot fi câştigate în timp, uneori destul de repede, şi nu ridică de cele mai multe ori probleme deosebite.

Rezistenţa (fizică) este o calitate care se cere numai în cazuri deosebite, la cei care execută măsurări în spaţiu liber, sau în locuri cu condiţii grele de temperatură şi umiditate.

Desigur, tot în rândul calităţilor fizice pot fi considerate capacităţile organelor de simţ, în primul rând văzul şi auzul, mai puţin pipăitul. Văzul şi auzul normale sunt, de obicei, suficiente pentru exercitarea celor mai multe tipuri de măsurări şi de aceea ele comportă mai puţine comentarii.

Dintre *calităţile psihice*, prezintă importanţă atenţia, memoria, "simţul tehnic", inteligenţa, creativitatea, capacitatea de decizie, punctualitatea.

Atenţia poate fi "conştientă" sau "inconştientă" (voluntară sau involuntară), concentrată sau distribuită, constantă sau intermitentă etc. În domeniul măsurărilor de regulă este de primă importanţă atenţia concentrată, deşi uneori poate fi la fel sau chiar mai importantă atenţia distribuită. În ce priveşte celelalte caracteristici ale atenţiei, un rol deosebit îl joacă interesul subiectului faţă de activitatea pe care o depune, deoarece concentrarea în general reclamă un efort (care consumă o energie de loc neglijabilă), mai ales atunci când nu este însoţită de un interes semnificativ.

Memoria are şi ea mai multe variante: de scurtă durată sau de lungă durată; de volum mic/mare; de fidelitate bună/slabă; de precizie ridicată/scăzută etc. Toate acestea sunt educabile şi se dezvoltă selectiv, depinzând de particularităţile activităţii prestate.

"Simțul tehnic" se observă mai ales la persoanele lipsite de acest "simț", cum sunt cei care uită să deschidă robinetul barometrului, să ridice capacul aparatului foto sau conectează la rețeaua electrică bornele galvanometrului etc. De regulă, este mai bine ca asemenea persoane să evite activitățile de măsurări mai complexe, în interesul lor sau al colectivității.

Inteligența, creativitatea şi capacitatea de decizie sunt calități înrudite, oportune în orice fel de activitate, individuală sau colectivă. În sfera măsurărilor, ele sunt fără îndoială de mare utilitate, chiar dacă nu indispensabile. De altfel, într-o echipă de obicei indivizii dotați cu aceste calități se diferențiază, fiecare putându-şi ocupa locul cel mai potrivit. Însă ele trebuie să fie însoțite şi de alte însuşiri pentru a genera un progres, de exemplu o creativitate exagerată poate da naştere la inovații ineficiente economic. În domeniul măsurărilor deseori capacitatea de a lua decizii în timp util poate fi hotărâtoare, de pildă la repetarea unor măsurări, la alegerea celor mai potrivite metode şi mijloace de măsurare etc.

Un aspect de multe ori neglijat sau incorect interpretat este acela al *tipologiei* persoanelor implicate în activități de măsurare. Deşi fiecare individ dintre cei peste 6 miliarde de locuitori ai terrei este un exemplar diferit de ceilalți, există un număr limitat de tipuri în care aceştia pot fi grupați, având unele particularități comune. Tipologia constituie o ramură a psihologiei care ne ajută să cunoaştem mai bine şi să studiem personalitatea indivizilor. Desigur, pe lângă aceste însuşiri comune fiecare om are trăsăturile sale personale, care nu pot fi neglijate la caracterizarea lui, dar încadrarea în anumite grupuri mari ne ajută în înțelegerea mai bună a comportării lui în situații variate.

Se pot deosebit două componente principale ale tipologiei umane: una emoțională şi una temperamentală.

33.1 Componenta emoțională

Componenta *emoțională* este cea care determină direcția şi intensitatea funcțiilor de cunoaştere umane (simțuri, observare, atenție, memorie, învățare, imaginație, gândire etc.) sub influența emoțiilor. Ea se concretizează în primul rând prin *interesul* pe care îl manifestă persoana în cauză şi trăsăturile esențiale ale legăturilor față de lumea înconjurătoare. Există persoane care sunt interesate de o gamă largă de subiecte, dar interesul acestora este de obicei mai limitat, fără să intre în profunzime. În schimb alții au interesul concentrat asupra unor subiecte mai înguste şi în felul acesta le pot aprofunda mai mult. Frecvent se întâmplă de asemenea ca sfera de interese a cuiva să se schimbe în timp. Din punctul de vedere al exercitării profesiunii, este important să existe un interes pentru aceasta, fiindcă în caz contrar pot apărea plictiseala, senzația de monotonie şi oboseala prematură. Toate aceste constatări conduc la concluzia clară că interesul este o manifestare emoțională, pornit din "eul" nostru lăuntric, aproape independent de voința noastră.

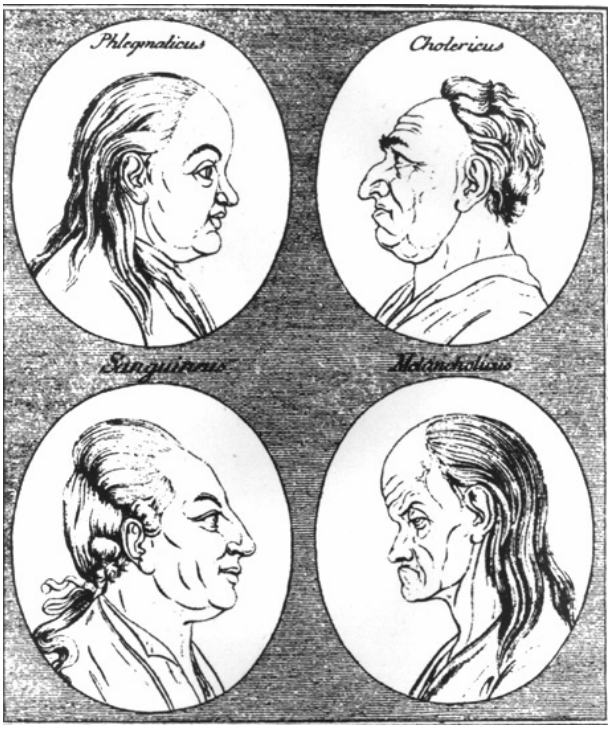
33.2 Componenta temperamentală

Componenta *temperamentală* caracterizează rapiditatea cu care se dezvoltă în om emoţiile (bucuria, supărarea, teama, regretul etc.), cât de durabile sunt şi cât de mult se manifestă în atitudinea şi în faptele lor. Încă acum peste 2000 de ani Hipocrat a descris patru tipuri fundamentale de temperament.

- Tipul *sangvinic*: reacţiile lui emoţionale sunt rapide, se bucură şi se revoltă uşor, se entuziasmează şi se decepţionează repede. Deseori acţionează pripit, exprimă brusc păreri care uneori se dovedesc greşite. Emoţiile sale nu sunt durabile, le exprimă cu uşurinţă, sunt vizibile pe faţa sa. Este dornic de comunicare, vorbeşte cu plăcere despre sine.

- Tipul *coleric*: emoţiile sale sunt de asemenea puternice şi rapide, dar sunt mai durabile decât ale sangvinicului, îşi păstrează aproape neschimbat entuziasmul. În acelaşi timp este consecvent şi în simţămintele sale negative, uneori poate ajunge chiar agresiv sau brutal. Şi el îşi exteriorizează sentimentele, dar mai mult prin fapte. Acceptă cu plăcere să lupte pentru alţii sau pentru comunitate, doreşte cu orice preţ satisfacţie pentru ofensele care i se aduc.

- Tipul *melancolic*: emoţiile i se dezvoltă lent şi cu greutate, sunt mai puţini factori care le provoacă, deseori pare trist şi abătut. Emoţiile sale sunt relativ durabile, în special cele negative, dar nu le exteriorizează nici prin atitudine, nici prin fapte. Deseori este meticulos, se pierde în amănunte, este însă capabil de realizări temeinice.



- Tipul *flegmatic*: ca şi melancolicul, are emoţii care evoluează lent şi nu ating o forţă deosebită, de fapt nu are emoţii accentuate nici în sens pozitiv, nici în sens negativ, puţine lucruri îl pot "trezi". Bucuriile şi supărările îi trec repede, deseori se plictiseşte, în lipsa emoţiilor îl interesează mai mult faptele, de pildă sportul.

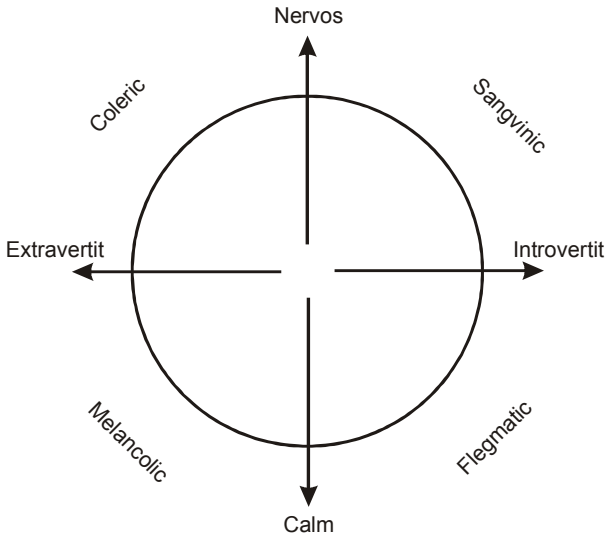
33.3 Alte demersuri şi extinderi

În viaţa de toate zilele întâlnim mai rar indivizi care să aparţină integral unuia din cele patru grupuri, ci mai degrabă unii care întrunesc trăsături din anumite grupuri. Însă clasificarea pe tipuri temperamentale este foarte utilă pentru a şti cum se pot obţine, la anumite locuri de muncă, rezultate maxime cu persoane la care predomină caracteristicile unora din aceste tipuri. (cele patru temperamente, ilustrate de *Johann Kaspar Lavater*, sunt redate în figura alăturată).

În afară de clasificarea lui Hipocrat, au fost imaginate şi alte împărţiri ale indivizilor, în funcţie mai ales de promptitudinea reacţiilor. Este interesantă situaţia din tabelul următor, unde se încearcă caracterizarea reacţiilor celor patru tipuri temperamentale.

tipul temperamental / **reacţia**	puternică	slabă	rapidă	lentă	stabilă	labilă
sangvinic	●		●		●	
coleric	●		●			●
melancolic	●			●	●	
flegmatic		●		●		●

Psihologul elveţian *Carl Jung* a împărţit oamenii în două categorii mari, extravertiţi şi introvertiţi, fiecare din aceştia putând aparţine unor sub-grupuri care acţionează, de preferinţă, pe bază de gândire, simţuri, sentiment sau intuiţie, ceea ce dă naştere la un număr mai mare de combinaţii posibile. Introvertiţii sunt indivizi distraţi, retraşi, visători, evită societatea, au în general emoţii constante, acţionează numai după o gândire temeinică, se adaptează greu. Extravertiţii sunt atenţi, trăiesc în realitate, sociabili, au emoţii fluctuante, îşi exteriorizează simţămintele, acţionează rapid, le plac schimbările, se adaptează



uşor.

O altă împărţire a oamenilor, aparent independentă de categoriile amintite până aici, este în indivizi calmi şi indivizi nervoşi. O încercare de a combina această clasificare cu tipurile examinate este datorată lui *Hans Eysenck.*

Dezvoltarea ulterioară a psihologiei a dus la alte abordări, mai complete şi mai apropiate de concepţiile actuale. Una din cele mai interesante este modelul *Myers-Brigg*, care porneşte de la patru dihotomii, adică perechi de noţiuni contrare, care pot caracteriza comportarea unui individ. Indicatorul Myers-Brigg (MBTI, de la **M**yers-**B**riggs **T**ype **I**ndicator) reprezintă caracteristica de bază a tipului de individ; există 16 asemenea indicatori, prin combinarea celor patru perechi de caracteristici în toate modurile posibile.

Atitudinea individului (**E** - **I**) conform modelului MBTI este dictată de preferinţa pentru extraversiune sau introversiune. Extravertitul extrage energie din acţiune: el tinde mai întâi să acţioneze, apoi reflectează şi acţionează din nou; în caz de inactivitate, nivelul său de energie şi de motivaţie scade. Dimpotrivă, introvertitul reflectează mai întâi, apoi acţionează şi iarăşi reflectează; energia lui scade prin acţiune, el are nevoie de timp pentru a-şi reface energia.

Dihotomii	
Extraversion (*extraversiune*)	**I**ntroversion (*introversiune*)
Sensing (*simţ*)	i**N**tuition (*intuiţie*)
Thinking (*gândire*)	**F**eeling (*sentiment*)
Judging (*judecată*)	**P**erceiving (*percepţie*)

Funcţiunile conform modelului MBTI (**S**-**N** şi **T**-**F**) sunt caracterizate prin dihotomiile Simţ-Intuiţie (funcţiunile informative) şi Gândire-Sentiment (funcţiunile decizionale). Indivizii care înclină spre "Simţ" preferă informaţiile prezente, palpabile şi concrete, informaţiile care pot fi sesizate de cele cinci simţuri umane; ei caută detaliile şi faptele, au încredere în date, cifre. Cei care au preferinţe spre "Intuiţie" caută informaţii mai abstracte, teoretice, asociate cu alte informaţii într-un context mai larg, sunt interesaţi deseori în posibilităţi viitoare, vor să verifice modul cum datele se potrivesc cu modelul sau cu teoria. În privinţa modului în care iau deciziile, indiferent de sursele lor de informaţii, cei care se bazează pe "Gândire" ajung la o decizie de pe o poziţie mai detaşată, judecând lucrurile pe o cale rezonabilă, logică, cauzală, conformă cu nişte reguli prestabilite. În schimb, cei care urmează o cale bazată pe

Cele 16 tipuri de indicatori Myers-Brigg			
ISTJ	**ISFJ**	**INFJ**	**INTJ**
ISTP	**ISFP**	**INFP**	**INTP**
ESTP	**ESFP**	**ENFP**	**ENTP**
ESTJ	**ESFJ**	**ENFJ**	**ENTJ**

"Sentiment" încearcă să decidă prin acceptarea sau adaptarea la situaţia dată, privind-o "din interior", punând în balanţă posibilităţile şi căutând o soluţie cât mai armonioasă, în consens cu setul lor personal de valori.

Stilul de viaţă potrivit modelului MBTI (alternativa **J**-**P**), caracterizează alte aspecte ale comportării tipurilor de oameni, consideraţi în acest model. Indivizii cu preferinţă pentru "Judecată" au strategii de lucru bine definite: ei demarează acţiunea din timp, mult înainte de termenul final, pe baza unui plan clar de la care nu se lasă abătuţi, putând fi inflexibili în această privinţă. Cei care preferă calea "Percepţie" sunt mai fericiţi dacă lasă problemele deschise, pentru a putea interveni până în ultimul moment, profitând de orice informaţie sau idee venită pe parcurs.

Versiunea americană a MTBI cuprinde un chestionar cu 93 întrebări, pentru a putea încadra fiecare candidat într-una din cele 16 grupe, ale căror simboluri sunt de tipul:

- **ISTJ** - Introverted, Sensing, Thinking, Judging
- **ENFP** - Extraverted, iNtuition, Feeling, Perceiving

şi aşa mai departe pentru toate cele 16 combinaţii.

Pentru exemplificare, în tabelul alăturat este dată o situaţie statistică a repartiţiei unui eşantion reprezentativ din populaţia Statelor Unite ale Americii după indicatorii Myers-Brigg.

Repartiţia statistică a populaţiei SUA după indicatorii Myers-Brigg			
ISTJ 11,6%	**ISFJ** 13,8%	**INFJ** 1,5%	**INTJ** 2,1%
ISTP 5,4%	**ISFP** 8,8%	**INFP** 4,3%	**INTP** 3,3%
ESTP 4,3%	**ESFP** 8,5%	**ENFP** 8,1%	**ENTP** 3,2%
ESTJ 8,7%	**ESFJ** 12,3%	**ENFJ** 2,4%	**ENTJ** 1,8%

34 "Etaloanele intrinseci", un nou concept în metrologie

În ultimii ani se vorbeşte despre "etaloane intrinseci", ca de nişte etaloane care nu necesită să fie etalonate, prin comparaţie cu alte etaloane de exactitate superioară. Conceptul de etalon intrinsec este mai larg decât acela al etaloanelor "de definiţie" (care reproduc definiţiile SI) sau al etaloanelor primare, fiind în acelaşi timp disponibile comercial şi accesibile oricărui laborator de metrologie.

Comitetul de Etaloane Intrinseci şi Derivate al NCSL (*National Conference of Standards Laboratories*) din SUA a iniţiat adoptarea termenului de "etalon intrinsec" de către comunitatea metrologică, a formulat o definiţie şi a clarificat procedurile de bază pentru utilizarea eficientă a lor. Dar, înainte de aceasta, iată lista celor 20 de etaloane intrinseci pe care le-a identificat comitetul susamintit (conform clasificării NCSL):

Electrice

- Etalon de tensiune Josephson
- Etalon de rezistenţă cu efect Hall cuantic
- Condensator calculabil Thompson-Lampard
- Etalon de factor de calitate al capacitoarelor şi inductoarelor
- Etalon cu rezonanţă magnetică nucleară
- Etalon criogenic de zgomot in microunde
- Dublor de tensiune în microunde
- Etalon de defazaj în microunde

Termodinamice

- Puncte fixe de temperatură
- Termometre cu fibre optice
- Termometre bazate pe radiaţia corpului negru
- Puncte fixe de presiune
- Manometre cu lichid

Dimensionale

- Etaloane de unghi
- Etaloane de lungime bazate pe interferometrie
- Etaloane de planeitate

Optice

- Etaloane de lungime de undă
- Etaloane de putere optică monocromatică

Timp-frecvenţă

- Etaloane cu rubidiu şi cu cesiu
- Maser cu hidrogen

Definiţia adoptată este următoarea:

Etalon intrinsec: Etalon recunoscut ca având sau realizând, în condiţii precizate de utilizare şi fiind aplicat într-un scop determinat, o valoare atribuită, bazată pe o constantă fizică inerentă sau o proprietate fizică suficient de stabilă.

Note:

1. Un etalon intrinsec constă de obicei dintr-un dispozitiv sau sistem bazat pe cerinţele unei metode documentate, recunoscute prin consens.

2. Valoarea unui etalon intrinsec este atribuită prin consens şi nu e nevoie să fie stabilită prin etalonare sau comparaţie cu un alt etalon. Incertitudinea sa este determinată luând în considerare două componente: (a) cea asociată cu valoarea de consens şi (b) cea asociată cu construcţia şi implementarea sa.

3. Pentru a determina şi a asigura stabilitatea şi/sau trasabilitatea, valoarea unui etalon intrinsec şi incertitudinea asociată cu construcţia şi cu implementarea trebuie să fie verificate la intervale de timp adecvate. Verificarea poate fi făcută aplicând o metodă de încercare recunoscută prin consens sau prin intercomparări cu alte etaloane similare. Asemenea intercomparări pot fi făcute cu etaloane în cadrul unor sisteme locale de asigurare a calităţii sau cu etaloane exterioare, inclusiv etaloane naţionale şi internaţionale.

Comitetul de Etaloane Intrinseci şi Derivate al NCSL, amintit mai sus, a întocmit şi a publicat lucrarea "*Recommended Intrinsic/Derived Standard Practice*" (Practici recomandate privind etaloanele intrinseci/derivate), în care sunt descrise echipamentele necesare, procedurile de lucru, analiza incertitudinii, procesele de asigurare a calităţii etc.

Trebuie accentuat că etaloanele intrinseci nu pot înlocui complet actualele etaloane cu care sunt dotate laboratoarele de metrologie. De exemplu, un etalon Josephson acoperă domeniul de tensiuni continue de până la 12 V; pentru tensiuni mai mari sunt necesare divizoare de tensiune, pentru tensiuni alternative trebuie folosite convertoare c.a.-c.c. etc.

Etaloanele intrinseci sunt larg folosite în laboratoarele de metrologie, în special în cele aparţinând unor firme industriale mari, organizaţii puternice sau instituţii guvernamentale din state dezvoltate. Ele au avantajul că realizează cel mai bun nivel de incertitudine pentru numeroase mărimi fizice, sunt stabile şi relativ fiabile. Pe de altă parte, ele sunt, în general, costisitoare (unele chiar foarte costisitoare), motiv pentru care, la achiziţionarea lor, trebuie făcut un studiu economic detaliat. Prin utilizarea etaloanelor intrinseci pot fi evitate următoarele costuri: (a) etalonările la un INM; (b) transportul etaloanelor de tip tradiţional; (c) timpul necesar analizei datelor şi evaluării incertitudinilor; (d) timpul consumat pentru etalonările de lungă durată; (e) costul unor eventuale etaloane-martor; (f) pierderile economice datorite unei insuficiente exactităţi. Un alt avantaj important este posibilitatea ca etalonarea etaloanelor secundare şi de lucru să fie efectuată în interiorul firmei, rapid şi cu incertitudini reduse.

35 Eroare şi incertitudine, două concepte distincte

Noţiunea de eroare (de măsurare) este poate una din cele mai frecvent folosite în metrologie şi în teoria / tehnica măsurării. Cunoscuta definiţie a erorii, ca diferenţă între valoarea măsurată şi valoarea adevărată, a dat însă naştere la numeroase discuţii în cursul timpului, pornind de la faptul că valoarea adevărată nu poate fi cunoscută niciodată. Ca atare, şi eroarea de măsurare rămâne o cantitate necunoscută. De aceea, a devenit evident că pe lângă conceptul de *eroare (de măsurare)*, folosit preponderent şi uneori în mod neadecvat până acum câteva decenii, este inevitabilă utilizarea concomitentă a conceptului de *incertitudine (de măsurare)*, având sensul de interval în care este situată, cu o anumită probabilitate, valoarea adevărată a măsurandului (mărimea de măsurat).

Discuţia are nu numai o importanţă de principiu sau de terminologie, ci implică şi unele aspecte de ordin practic. Problema incertitudinii de măsurare, a estimării şi exprimării ei, au fost deja în mare măsură lămurite, dezbătute şi standardizate. Sunt interesante totuşi unele păreri ale specialiştilor din domeniu, care în cursul timpului au participat la discuţii despre eroare şi incertitudine.

Iată, în rezumat, părerea lui *P. M. Clifford,* metrolog de reputaţie mondială. "Eroarea este o realitate: ea reprezintă abaterea valorii indicate de la valoarea adevărată. Evident, valoarea adevărată nu poate fi cunoscută cu exactitate, dar se poate folosi în locul ei o valoare convenţional adevărată, apropiată de adevăr atât de mult cât o permit calificarea, efortul şi fizica. În principiu, eroarea poate fi eliminată prin aplicarea unei corecţii. În practică, totuşi, din cauza diferitelor surse de erori necunoscute, nici o valoare măsurată nu poate fi absolut exactă. Estimarea abaterii maxime a valorii măsurate de la cea adevărată se numeşte *incertitudine*. Valoarea incertitudinii depinde de valorile admise pentru diferitele componente ale ei. Aceste valori admise nu sunt altceva, deseori, decât aprecieri bazate pe anumite informaţii. Dacă se fac aprecieri generoase, este foarte puţin probabil ca valoarea măsurată să depăşească limitele de incertitudine adoptate, astfel că încrederea în valoarea măsurată, cu incertitudinea asociată ei, poate fi foarte mare. În schimb, dacă se fac aprecieri mai optimiste, rezultând un interval de incertitudine mai îngust, şansa ca valoarea măsurată să se situeze în afara intervalului este mai mare şi nivelul de încredere va fi în mod corespunzător mai scăzut. Conceptele de "eroare" şi "incertitudine" sunt ambele necesare. Eroarea este necesară pentru determinarea performanţei unui aparat de măsurat, când se cere stabilirea conformităţii acestuia cu exactitatea specificată. Conceptul de incertitudine se referă la o valoare măsurată şi este o indicaţie privind gradul de încredere în valoarea respectivă".

L. Gonella subliniază că incertitudinea poate fi privită simplu, ca o "plajă de indiferenţă", şi marele avantaj al acestei noţiuni rezidă în aceea că nu face apel la noţiunea de "valoare adevărată", care "produce atâtea complicaţii în domeniul conceptelor de bază ale metrologiei". Cu toate acestea, acelaşi autor admite

utilizarea fără rezerve a conceptului de "valoare adevărată", pe care îl consideră similar unor idealizări întâlnite curent în fizică: vid perfect, spaţiu absolut, corp punctiform, sursă punctiformă de lumină, gaz ideal etc.

Iată alte comentarii interesante pe aceeaşi temă. "Deşi termenii de eroare şi incertitudine sunt utilizaţi de către diverşi autori cu acelaşi sens, ei reprezintă concepte cu totul diferite. O eroare este diferenţa dintre două valori bine determinate şi ea urmează să fie corectată. O incertitudine reprezintă intervalul de valori dintre care nu există nici una preferabilă, pe baze obiective. Incertitudinea poate fi interpretată ca o plajă de ignoranţă în care se află, undeva, valoarea adevărată. Incertitudinea nu poate fi corectată ci trebuie luată în consideraţie în aprecierea compatibilităţii unor măsurări. În timp ce o eroare poate fi, în principiu, efectiv anulată prin aplicarea corecţiei, incertitudinea nu poate fi anulată niciodată". Se propune ca incertitudinea de măsurare să fie definită cantitativ ca "jumătatea intervalului de valori în care nu poate fi aleasă una preferenţială pentru a reprezenta mărimea descrisă". Intervalul este centrat pe numărul V atribuit valorii măsurandului. Cu această definiţie a incertitudinii U, rezultatul măsurării poate fi prezentat prin expresia simplă, simetrică, $V \pm U$.

O altă părere precizează că: "Incertitudinea include atât efecte aleatorii (întâmplătoare) cât şi efecte sistematice. În definirea ei trebuie evitată noţiunea de valoare adevărată, care este nu numai necunoscută, dar poate chiar să nu existe, de exemplu atunci când măsurandul variază în timp. Incertitudinea de măsurare poate fi definită ca o apreciere a intervalului de valori în care valoarea măsurandului se află în cadrul unui proces de măsurare sau la specificarea rezultatului unei măsurări. Trebuie evitată orice afirmaţie care ar lăsa impresia că incertitudinea nu are şi componente sistematice. Aceste componente sistematice urmează să fie apreciate de executantul măsurării pe baza cunoştinţelor sale generale şi experienţei, pe când componentele aleatorii sunt bazate pe repartiţia statistică a rezultatelor unei serii de măsurări. Incertitudinea poate proveni fie din procesul de măsurare (aparat greşit calibrat sau cu zgomot), fie de la măsurand (instabil sau imprecis definit)".

Biroul Internaţional de Măsuri şi Greutăţi (BIPM) accentuează în comentariul său că: "Cuvântul eroare trebuie consacrat unei abateri cunoscute (ca mărime şi semn), iar cuvântul incertitudine unei abateri necunoscute, căreia îi putem estima, mai mult sau mai puţin, ordinul de mărime, dar nu şi semnul". BIPM aduce un exemplu concret pentru ilustrarea celor de mai sus. Rezultatul comparării unui etalon de masă de 1 kg cu un elalon de ordin superior se dă în certificat sub forma

1 kg	+	1,41 mg	±	0,04 mg
(A)		*(B)*		*(C)*

unde *(A)* este valoarea adevărată, *(B)* este eroarea etalonului de referinţă, iar *(C)* este incertitudinea comparaţiei.

Evocarea acestor discuţii prezintă azi mai mult un interes istoric, dar poate fi instructivă şi plină de învăţăminte.

36 Metrologia şi jocurile de noroc

Ce legătură poate exista între "metrologie" şi jocurile noroc? Până acum două-trei decenii o asemenea legătură nu fusese stabilită şi nu se bănuia că în curând ea va fi "la ordinea zilei". Dar să rememorăm evenimentele.

Jocurile de noroc au o istorie veche şi nu se ştie exact când şi unde au apărut. Ceea ce se ştie este că în secolul al XIX-lea existau deja diverse tipuri de localuri, cluburi, casino-uri şi alte locuri – mai mult sau mai puţin publice – unde ele se practicau şi se bucurau de o oarecare afluenţă, în special din partea unor persoane bogate sau a unor "împătimiţi" provenind din diferite pături sociale, care îşi căutau norocul pe această cale. La un moment dat s-a simţit nevoia "legalizării" funcţionării acestor localuri, pentru protejarea clienţilor, dar şi pentru faptul că ele puteau constitui o sursă importantă de venituri la bugetul statului (asemănător loteriilor). Întrebarea care s-a pus a fost următoarea: care ar fi autoritatea cea mai potrivită pentru a supraveghea activităţile din "familia" jocurilor de noroc? Poate fi desemnată în acest scop una din instituţiile de stat existente sau este cazul să fie înfiinţată una nouă?

36.1 Reglementări europene

Una din propunerile iniţiale, aceea ca *jocurile de noroc* să fie sub aceeaşi autoritate ca şi *loteriile*, a întâmpinat obiecţia că, spre deosebire de loterii, activitatea în domeniul jocurilor de noroc are un conţinut tehnic mult mai important. Acest argument a devenit din ce în ce mai puternic odată cu proliferarea unor generaţii noi de maşini de joc ("*gaming machines*"), iniţial mecanice, apoi treptat electromecanice, electrice şi electronice, una din ultimele etape fiind aceea a jocurilor "online", pe internet. A devenit evident că "stăpânirea" deplină a unui

asemenea domeniu nu se poate face cu aceleaşi mijloace ca şi a simplelor loterii, că ea implică o însemnată componentă "intelectuală" care să facă faţă inventivităţii şi ingeniozităţii crescânde a autorilor acestei adevărate avalanşe de jocuri la care asistăm.

Una din primele ţări în care supravegherea din punct de vedere tehnic şi legal a jocurilor de noroc a fost atribuită *metrologiei* a fost Olanda. Această decizie a fost bazată pe numeroase similarităţi ale mijloacelor matematice care stau la baza măsurărilor, pe de o parte, şi a tehnicii jocurilor de noroc, pe de altă parte. Dar o analogie şi mai profundă o prezintă modul în care trebuie supravegheate din punct de vedere legal aparatele de măsurat şi maşinile de joc: ambele categorii implică aşa-numitele *aprobări de tip* (de model) ale aparaturii, în urma unor testări minuţioase pe bază de condiţii tehnice riguros formulate, şi *verificări* iniţiale, periodice şi după reparaţii / modificări / adaptări, însoţite de controale şi inspecţii executate de agenţi cu o bună pregătire profesională.

Curând alte ţări europene au introdus în legislaţia lor metrologică noua categorie a mijloacelor pentru practicarea jocurilor de noroc. Azi ea este prezentă în preocupările metrologiei majorităţii statelor europene.

Care sunt principalele obiective ale supravegherii de către autoritatea competentă de stat a jocurilor de noroc? În esenţă, este vorba de două obiective importante.

a) Primul are ca scop protejarea clientului (jucătorului), prin limitarea procentului de pierderi din miza totală pusă în joc. Cu alte cuvinte, probabilitatea de a realiza un anumit câştig din suma totală jucată trebuie să fie de cel puţin C % procente, unde C este impus prin reglementări obligatorii.

b) Al doilea scop este prevederea unei impozitări corecte, în conformitate cu reglementările fiscale pertinente.

Bineînţeles, în legislaţie se stipulează condiţii care exclud posibilităţile de fraudare, pe orice cale, asigurând o funcţionare transparentă, fără inducerea în eroare sau derutarea clientului.

Recent În Germania a fost introdus în legislaţia jocurilor de noroc un nou principiu, acela al utilizării unei unităţi de monitorizare care este ataşată maşinii de joc, înregistrând direct şi permanent raportul dintre miză şi câştig. Unitatea de monitorizare are incluse în software-ul propriu regulile de bază prevăzute de lege, constituind astfel un element puternic de protejare a clientului.

36.2 Reglementări în România

În România documentele de referinţă care stau la baza reglementării activităţilor din domeniul jocurilor de noroc sunt: OG nr.69/1998 şi OG nr. 36 / 2000 privind regimul de autorizare a activităţilor din domeniul jocurilor de noroc; HG nr.251/1999 privind condiţiile de autorizare, organizare şi exploatare a jocurilor de noroc; normele tehnice de verificare NTV 02-2002 referitoare la controlul tehnic al maşinilor, utilajelor, instalaţiilor mecanice, electrice, electromagnetice, electronice, videoautomate utilizate în cadrul jocurilor de noroc,

NTV 03-2002 referitoare la controlul tehnic al mijloacelor de joc tip ruletă, NTV 04-2002 referitoare la controlul tehnic al jocurilor de tip loteristic, cum ar fi jocurile bingo sau keno, desfăşurate în săli de joc şi/sau transmise prin reţele de televiziune.

Controlul tehnic al mijloacelor de joc se exercită prin următoarele modalităţi:

- aprobarea de tip;
- verificarea tehnică periodică;
- verificarea tehnică după mutarea mijlocului de joc;
- verificarea tehnică după reparare.

Perioada de valabilitate a aprobării de tip este de 4 ani, cu posibilitatea prelungirii sale, o singură dată, cu maximum 2 ani. Perioada maximă de valabilitate a verificărilor tehnice iniţiale şi periodice este de 12 luni.

Solicitarea aprobării de tip trebuie însoţită, printre altele, de:

- un proiect de joc cuprinzând informaţii clare şi cât mai complete referitoare la modul de funcţionare a modelului tipului constructiv;
- modul de obţinere a dreptului la joc (prin utilizarea monedelor, jetoanelor, creditare cu cheie sau alte sisteme);
- instrucţiuni de folosire referitoare la punerea în funcţiune, desfăşurarea jocului şi utilizarea comenzilor acestuia;
- planul de câştiguri, cu prezentarea tuturor situaţiilor de câştig şi de pierderi;
- miza pentru jocul de bază şi limitele de ajustare ale acesteia;
- câştigul maxim la jocul de bază şi câştigul maxim cumulat;
- modul de plată a câştigului;
- procentul de câştig declarat de producător în baza unui număr specificat de jocuri efectuate;
- schiţa constructivă a mijlocului de joc, cu amplasamentele principalelor blocuri funcţionale, set de fotografii color;
- declaraţia pe propria răspundere a solicitantului că programul depus nu conţine comenzi, intrări sau setări nedeclarate şi descrise în documentaţie;
- alte detalii tehnice în cazul ruletelor clasice.

37 Despre temperatură în viaţa noastră cotidiană

Noi, oamenii, ne trăim viaţa într-un interval foarte îngust de temperatură, de ordinul 100 °C, din cele câteva mii de °C ale planetei noastre şi milioane de °C în univers. De fapt, ne simţim bine între 0 °C şi +30 °C, suportăm încă vreo câteva zeci de °C în afara acestor limite dar putem produce – în spaţii restrânse şi izolate termic – temperaturi pe o plajă de cca. 4000...5000 °C.

Foarte multe procese industriale, biologice, în transporturi, sănătate, siguranţă etc. depind critic de temperaturile la care au loc. Uneori este necesară asigurarea unor temperaturi stabile şi foarte precise pentru reuşita unui procedeu tehnologic sau pentru reproductibilitatea unui experiment fizic. Alteori se poate admite o anumită plajă de temperatură pentru a se obţine efectul dorit.

37.1 Temperatura în casă şi în bucătărie

În viaţa de toate zilele, în gospodărie, în locuinţă, în oraş sau în automobil, ne întâlnim frecvent cu necesitatea aprecierii, măsurării sau reglării temperaturii. Iată câteva valori sau plaje de valori de temperatură frecvent întâlnite în activităţile cotidiene.

Congelator	-24...-18 °C
Frigider	4...7 °C
Încăperi neîncălzite iarna	6...16 °C
Apa rece de la robinet	10...16 °C
Spaţii cu aer condiţionat	23...26 °C
Camere neclimatizate vara	24...34 °C

Apa caldă la robinet	38...55 °C
Apa din calorifer	45...75 °C
Cuptor: călduţ	100...140 °C
Cuptor: mediu	140...180 °C
Cuptor: cald	180...240 °C
Cuptor: fierbinte	240...280 °C

Pentru măsurarea acestor temperaturi există mijloace adecvate, de diferite tipuri, în general ieftine şi disponibile în magazine cu bunuri de larg consum. Cele mai obişnuite sunt termometrele cu coloană de lichid, termometrele bimetalice şi termometrele electronice. Măsurarea temperaturilor până la 100 °C se face cu o incertitudine de 1..2 °C, iar peste 100 °C incertitudinea poate fi mai mare.

În gospodării prezintă interes valorile de temperatură la care se păstrează alimentele; nerespectarea lor poate avea urmări neplăcute pentru sănătatea consumatorului. În figura de mai jos sunt explicitate cele mai importante reguli de păstrare a alimentelor, precum şi intervalele de temperatură în care se recomandă şi respectiv se interzice păstrarea un timp mai îndelungat a alimentelor. Cea mai periculoasă este zona temperaturilor între cca. +10...+60 °C în care dezvoltarea microorganismelor este rapidă şi alimentele se pot altera în timp scurt.

a) b) c) d)

În figura alăturată sunt ilustrate câteva termometre uzuale:

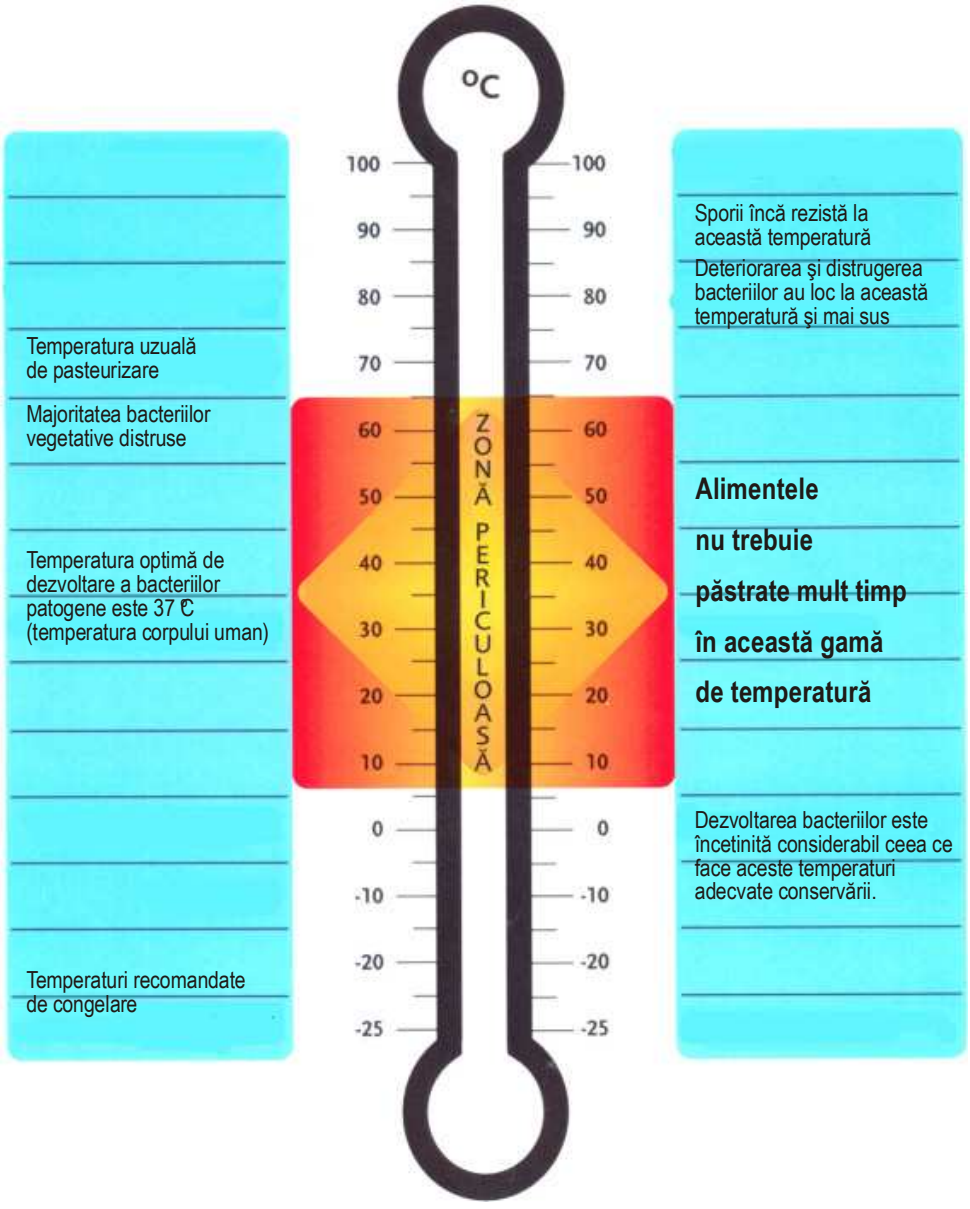
a) termometru de cameră cu coloană de lichid;
b) termometru bimetalic;
c) termometru electronic (cu termocuplu ca sensor);
d) termometru electronic medical, cu răspuns rapid.

În general, se recomandă ca alimentele să fie păstrate fie la temperaturi joase (sub 7 °C), fie la temperaturi înalte (peste +60 °C), evitându-se zona intermediară amintită (unde alimentele nu trebuie ținute mai mult de 2...3 ore).

Iată câteva reguli rezultate din experiența unor unități de alimentație cu vechime în domeniu.

- Răciți rapid mâncarea caldă înainte de a o introduce la congelator.
- Bacteriile patogene se pot multiplica excesiv în aliment dacă acesta nu este răcit sau congelat rapid ori este păstrat la temperatură neadecvată.
- Alimentele congelate (de ex. carnea şi puiul) trebuie să fie complet decongelate înainte de gătire.
- Gătiți alimentele până la atingerea unei temperaturi suficient de înalte (de exemplu de 75 °C în interiorul acestora).
- Meniurile lichide trebuie să ajungă la fierbere, după care agitați-le corespunzător.
- Dacă meniurile nu urmează a fi servite imediat, păstrați-le calde, pentru a fi menținute la cel puțin 65 °C; în caz contrar, după cca. 2 ore este mai bine să nu le mai consumați.
- Preparatele calde ce urmează a fi servite mai târziu şi vor fi depozitate temporar, necesită a fi răcite rapid. Răciți sub +10 °C în mai puțin de 2 ore.

- Reîncălziți doar meniuri ce au suferit o gătire temeinică, o păstrare caldă la >65 °C, o răcire rapidă corespunzătoare şi au fost ținute la frigider.
- Reîncălziți rapid (de exemplu în 1 oră) la o temperatură a miezului de cel puțin 75 °C. Dacă nu este consumată imediat, păstrați mâncarea caldă (>65 °C). Nu reîncălziți decât o singură dată.
- Nu recongelați niciodată alimente ce au fost decongelate.



37.2 Temperatura în exterior

Auzim frecvent, în toiul verii, ştiri care ne alarmează, de genul: termometrul de la Cercul Militar Național indică 55 de grade Celsius (Bucureşti, 19 iulie 2007, ora 17:00); temperatura la suprafața asfaltului, în piața Victoriei din Bucureşti a fost de +65 ºC; în centrul capitalei, temperatura la umbră a fost de +35 ºC, iar la soare de +57 ºC; în Bărăgan, temperatura solului a atins vara aceasta +72 ºC etc. În schimb, în anunțurile difuzate de ANM (Autoritatea Națională de Meteorologie) nu se poate auzi niciodată altceva decât temperatura aerului. Care este explicația?

În realitate, singura temperatură despre care se poate vorbi obiectiv, care se poate măsura fără ambiguități şi care este caracteristică vremii la un moment dat este *temperatura aerului*. Înainte de a comenta subiectul astfel ca el să fie pe deplin clarificat, este necesar să ne oprim o clipă asupra modului în care se măsoară temperatura unui mediu (în cazul nostru, a aerului).

Se ştie din fizică faptul că propagarea căldurii se poate produce pe trei căi: prin *conducție*, prin *convecție* şi prin *radiație*. Conducția înseamnă "răspândirea" căldurii în interiorul unui corp sau de la un corp la altul, aflat în contact cu primul. Convecția este "antrenarea" căldurii împreună cu mediul fluid (lichid sau gazos) în mişcare. Radiația este ea însăşi factor de încălzire, producând creşterea temperaturii corpului care o absoarbe.

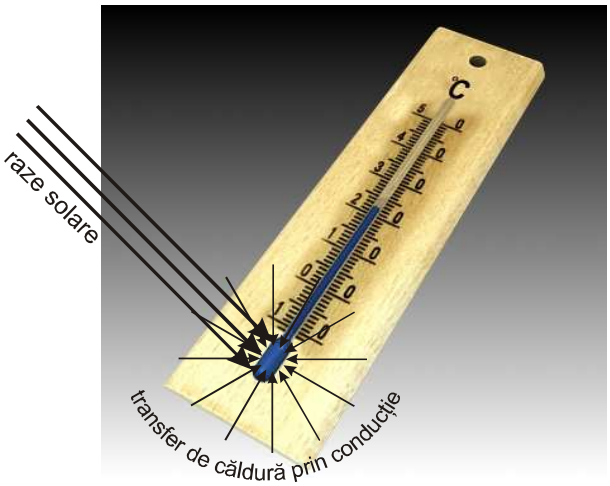
Temperatura unui mediu gazos (aerul) se măsoară cu un termometru, al cărui element sensibil (sensor, "bulbul" termometrului) trebuie să fie în contact cu aerul a cărui temperatură se măsoară. Pentru a măsura corect, sensorul termometrului trebuie să ajungă la aceeaşi temperatură cu cea a aerului ambiant. De fapt, există o axiomă pe care unii o neglijează atunci când se vorbeşte despre măsurarea temperaturii: orice termometru nu măsoară altceva decât propria sa temperatură! Deci, este necesar ca termometrul să "preia" temperatura aerului pentru a-i măsura fără eroare temperatura.

În acelaşi timp, este necesar ca termometrul să nu primească nici o căldură suplimentară pe alte căi, decât prin conducție. Acesta este singurul mod care asigură egalitatea celor două temperaturi, cea a termometrului şi cea a aerului din jurul lui. Dintre celelalte două căi de transmitere a căldurii, cea prin convecție ridică relativ puține probleme. Cea care trebuie în orice caz evitată este radiația. Într-adevăr, orice radiație (termică) ajunsă pe termometru provoacă o încălzire suplimentară a acestuia, falsificând indicația lui. Principala sursă de radiație calorică pe pământ este soarele. Deci, o "regulă de aur" la instalarea termometrului de exterior este următoarea: Termometrul trebuie instalat astfel încât să fie ferit de razele solare (adică la umbră). În caz contrar, el nu va măsura temperatura aerului, ci temperatura sensorului său (care va fi mai cald decât aerul dimprejurul său, datorită razelor solare care cad pe el).

Şi acum este necesar să spulberăm nişte mituri: multă lume vorbeşte frecvent despre "temperatura la umbră" şi "temperatura la soare". Greşit! Temperatura aerului – cea despre care trebuie să vorbim de fapt – este aceeaşi şi la umbră, şi la soare! Desigur, senzația pe care o simte corpul nostru la umbră şi la soare nu este

aceeaşi, din cauză că la soare el primeşte o cantitate de căldură suplimentară prin razele solare; dar aceasta depinde nu numai de faptul că ne aflăm pur şi simplu la soare, ci şi de unghiul sub care primim razele solare, de poziţia corpului nostru etc. Deci senzaţia de "cald" la soare este profund subiectivă, ea nu se poate măsura cu un simplu termometru, deoarece şi el va măsura ceva "subiectiv", în funcţie de poziţia sa faţă de radiaţia solară.

Şi ca să terminăm cu comentariile din partea introductivă. Dacă termometrul de la Cercul Militar Naţional a indicat +55 ºC, înseamnă că sensorul lui este greşit montat, fie că primeşte (cel puţin parţial) o radiaţie solară, fie este în contact cu un corp (suport, montură, carcasă, etc.) încălzit de razele solare. Despre noţiunea de "temperatură la soare" am făcut anterior precizările necesare. Temperatura asfaltului, temperatura solului (şi altele similare) nu sunt altceva decât temperaturile unor corpuri solide care se încălzesc sub influenţa razelor soarelui şi care nu au nimic comun cu temperatura aerului din vecinătatea lor (decât eventual că aerul are o influenţă de "răcire" asupra lor...).



În figura de mai sus este schiţat intuitiv modul de funcţionare al unui termometru destinat măsurării temperaturii aerului, dar aflat şi sub acţiunea razelor solare. Se vede că sensorul (bulbul) este în acelaşi timp influenţat de transferul de căldură prin conducţie de la aerul înconjurător şi de încălzirea prin radiaţie de la razele solare. Pentru o funcţionare corectă, termometrul trebuie ferit de razele solare.

În staţiile meteorologice se utilizează termometre de un tip special, care sunt protejate atât de radiaţiile solare, cât şi de intemperii, fiind instalate în exterior. În figura alăturată este arătată construcţia unui ansamblu termometric destinat măsurărilor meteorologice, cu ecranare dublă împotriva radiaţiilor şi ventilaţie permanentă a sensorului. Ventilatorul absoarbe aerul

exterior cu o viteză de cca. 5 m/s, prin orificiile de pe partea inferioară a carcasei metalice. Elementul termosensibil (sensorul) este un circuit integrat specializat, bazat pe un termistor (termorezistor semiconductor). În felul acesta se garantează o măsurare a temperaturii aerului independentă de orice radiație.

Aparatul măsoară temperatura aerului între –30 °C...+50 °C cu o eroare care nu depăşeşte ±0,2 °C. Este protejat împotriva descărcărilor atmosferice.

37.3 Temperaturi criogenice

Ramura fizicii şi ingineriei care studiază temperaturile foarte joase, modul în care pot fi produse şi comportarea materialelor la aceste temperaturi se numeşte *criogenie.* Astăzi criogenia are numeroase aplicații în domenii ca tehnologia, ştiința materialelor, biologia, medicina etc. Nu s-a stabilit cu exactitate un prag de delimitare a temperaturilor numite "criogenice", dar în mod obişnuit sunt considerate temperaturi criogenice cele sub −180 °C (care includ temperaturile de lichefiere a majorității gazelor inerte).

Înainte de a aborda acest subiect, să ne întrebăm dacă există oare o limită inferioară sau una superioară a temperaturii? Este cunoscută sintagma "zero absolut", însă nu mulți sunt aceia care ştiu ce înseamnă acest lucru şi mult mai puțini sunt aceia care se întreabă "ce se întâmplă oare la (sau chiar sub) zero absolut"? Există sau nu limite dincolo de care temperatura nu poate trece?

Zero absolut, cunoscut de asemenea şi ca temperatura de zero kelvini (–273,15 °C, sau –459,67 °F) este folosit pentru a descrie un sistem teoretic care nici nu absoarbe dar nici nu emite energie. Este ca o stare unde nici un atom şi nici o particulă subatomică nu se poate mişca. Este în fapt punctul în care particulele au o energie minimă, determinată de efectele mecanice cuantice. Aici trebuie observat că în domeniul criogeniei temperatura se măsoară în *kelvini* (sau "grade Kelvin", un termen nerecomandat), şi mai puțin în grade Celsius.

Dar este oare posibil să atingem acest zero absolut, să-l măsurăm şi să ne folosim de efectele pe care le generează? Este cu adevărat "recele cel mai rece" sau doar cea mai mică temperatură pe care o putem noi imagina?

Chiar şi acum, în era în care tehnologia înregistrează progrese uimitoare, nu s-a putut măsura această temperatură. Numai în teorie este posibil aşa ceva. Sau poate nu...

În 1994, NIST (Institutul Național de Standarde şi Tehnologie) a înregistrat un record de măsurare a temperaturii de 700 nK (milionime de Kelvin), dar în 2003 acest record a fost pur şi simplu spulberat de cercetătorii de la MIT (Institutul de Tehnologie din Massachusets) care au reuşit să măsoare temperatura de 450 pK (0,45 nK), de mai bine de 1500 de ori mai mică decât vechiul record.

Profesorii de fizică, *Moses Chan* şi *Evan Pugh*, de la Universitatea Penn State din Statele Unite, spun că în jurul temperaturii de zero absolut materia încetează să mai acționeze în modul obişnuit, în care ne-am aştepta să acționeze şi începe să prezinte unele particularități ciudate, dictate de starea cuantică. "Temperatura este

privită ca *grad de dezordine* al unui sistem", a adăugat profesorul Chan. "Când un sistem este răcit brusc spre zero absolut înseamnă că acel sistem se află într-o stare de perfectă ordine şi toţi constituenţii lui, molecule şi atomi, sunt în locurile în care ar trebui să fie".

La zero absolut câteva tipuri de materii devin *supraconductoare*, transportoare de curent electric fără absolut nici o rezistenţă.

Câteva laboratoare de renume din Europa şi Statele Unite ale Americii au posibilitatea de a răci vapori experimentali până la câţiva nanokelvini sau milionimi de grad. Dar a aduce ceva la o ordine perfectă este practic imposibil. Cu cât sistemele ajung mai aproape de zero absolut, cu atât devin din ce în ce mai puţin capabile de a reduce dezordinea, un fel de "Fata Morgana" pentru fizicienii din întreaga lume.

Pentru o orientare mai bună, în tabelul şi graficul alăturate sunt date câteva repere importante pe scara temperaturilor, de la zero absolut până la cele mai înalte valori cunoscute.

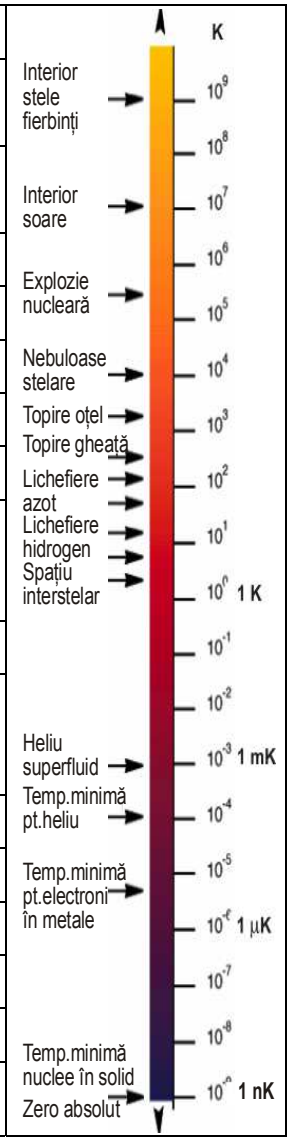
"Materia primă" de bază în criogenie sunt gazele lichefiate, în primul rând azotul lichid şi heliul lichid. Azotul lichid este cel mai răspândit şi ieftin, are temperatura 77 K (-196 °C) şi poate fi procurat uşor, fără restricţii. Heliul lichid, la temperatura de 4,2 K, este în schimb costisitor şi se foloseşte numai în aplicaţii speciale, atunci când sunt necesare condiţii criogenice mai severe.

Azotul lichid se depozitează şi se transportă în vase Dewar, recipienţi cu pereţi dubli având un spaţiu vidat între ei (de construcţie similară termosurilor obişnuite), cu aspectul din figura alăturată (cu capacităţi de ordinul 10...50 L, dar există şi mai mari). Dintre numeroasele aplicaţii pot fi enumerate:

- congelarea şi transportul alimentelor;
- conservarea criogenică a sângelui, celulelor de reproducere (ovule, spermă), diverselor eşantioane şi materiale biologice, vaccinuri etc.;
- diverse studii, demonstraţii, experimente;

- ca refrigerant pentru sensori şi amplificatoare cu zgomot redus, procesoare şi alte unităţi pentru calculatoare;
- în dermatologie, pentru îndepărtarea unor leziuni, negi, keratoze etc.;

Locul	°C	K
Interiorul soarelui	15,5 milioane	15,5 milioane
Temperatura fuziunii termonucleare hidrogen	2,8 milioane	2,8 milioane
Miezul pământului	7 277	7 500
Suprafața planetei Venus	467	740
Suprafața soarelui	5 538	5 811
Suprafața lunii	127	400
Punctul de fierbere a apei	100	373
Temperatura maximă înregistrată pe pământ (Libia, 31-9-1922)	58	331
Temperatura îngheț apă	0	273
Temperatura minimă înregistrată pe pământ (Antarctica, 22-7-1983)	–89,2	184
Luna	–173	100
Azot lichid	–196	77
Planeta Pluto	–235	38
Heliu lichid	–269	4,2
Spațiu intergalactic	–270	3,15
Zero absolut	–273	0



- ca mijloc de înghețare a apei în conducte lipsite de robinete de siguranță;
- combustibili criogenici, de ex. oxigen sau hidrogen lichefiat (utilizați la anumite zboruri cosmice în programele NASA şi altele);
- ca mediu de răcire la prelucrarea materialelor de mare duritate;
- generarea vidului înalt utilizând "criopompe".

Mai pot fi amintite utilizări speciale, de genul mumificării sau conservării ființelor umane ori animale în speranța unei resuscitări viitoare. Pe de altă parte,

sunt curente şi utilizări casnice, ca prepararea înghețatei (sunt disponibile pe Internet diverse rețete), sau variate experiențe demonstrative care relevă comportarea neobişnuită a azotului lichid în contactul cu corpurile.

Din punct de vedere istoric, deja în 1702 fizicianul francez Guillaume Amontons a ajuns pe cale experimentală (prin extrapolarea indicațiilor unui termometru construit de el) la o valoare echivalentă cu –240 °C a punctului zero al scării de temperatură, o aproximație destul de bună a valorii reale de –273,15 °C. Mai târziu, în 1779, Johann H. Lambert a găsit valoarea de –270 °C. În schimb, celebrii Laplace şi Lavoisier în 1780 au indicat pentru zeroul absolut valori între 1500 şi –3000 °C, cu totul depărtate de realitate! Abia în 1840, de asemenea celebrul Lord Kelvin, bazat pe o teorie complet diferită, independentă de orice proprietate de material şi bazată pe legile termodinamicii, a plasat la –273,15 °C punctul zero al scării de temperatură, valoare care stă în picioare şi azi.

38 În legătură cu termenii româneşti de bază în domeniul măsurărilor

Termenii din domeniul măsurărilor în limba română sunt în parte stabiliţi de mult timp şi în parte mai noi, preluaţi sau adaptaţi, uneori nou creaţi pentru a răspunde nevoilor acestui domeniu în continuă dezvoltare. Ca şi în alte domenii ale ştiinţei şi tehnologiei, problemele terminologiei în măsurări sunt frecvent controversate. Cu toate eforturile de standardizare în această direcţie, nu s-a putut ajunge la o generalizare a utilizării termenilor propuşi (şi nici a definiţiilor).

Comentariile care urmează privesc tocmai familia de termeni fundamentali care derivă din verbul "a măsura", punct de plecare în toate capitolele teoriei şi tehnicii măsurărilor. Este supărător faptul că nici în sfera acestor termeni de bază nu există un consens, lumea foloseşte uneori termeni multipli pentru aceleaşi noţiuni, confundă sensurile etc.

Măsurare este substantivul care desemnează acţiunea de a măsura. El este construit asemănător cu substantivele "cântărire", "săpare", "ridicare" de la verbele corespunzătoare "a cântări", "a săpa" şi respectiv "a ridica".

Folosirea termenului "măsurătoare" în loc de "măsurare" este nerecomandată (deşi în unele domenii, ca de exemplu topometria, construcţiile, el este încetăţenit, uneori cu sensul de "măsurare repetată", "ansamblu de măsurări" etc.). Dicţionarele îl cataloghează ca un arhaism.

Un alt cuvânt utilizat deseori în loc de "măsurare" este "măsură" (astfel, se spune: măsuri electrice, metode de măsură, măsură diferenţială etc.). Substituirea "măsurării" prin "măsură" este de asemenea contraindicată, în primul rând deoarece cuvântului "măsură" (un vechi cuvânt al limbii române) i se atribuie azi un sens diferit (vezi mai jos). El a fost folosit în mod nejustificat în limba română cu sensul de "măsurare", după modelul lui "*mesure*" din limba franceză unde, la fel, se caută încetăţenirea lui "*mesurage*" şi renunţarea la folosirea lui "*mesure*" cu acest sens. Şi în limba engleză, termenul "*measure*" este rezervat obiectului folosit în măsurări, operaţia de măsurare fiind desemnată prin "*measurement*".

Aparat de măsurat (sau "instrument de măsurat"), având sensul de mijloc tehnic care serveşte pentru măsurare, este un cuvânt compus, recomandat sub această formă de standardele româneşti în vigoare. El este construit în spiritul limbii române tradiţionale, asemănător expresiilor "război de ţesut", "maşină de gătit", "cuptor de copt (pâine)", "piatră de ascuţit", "aparat de ras".

Trebuie evitat "aparat de măsură" din motivele arătate mai sus în legătura cu cuvântul "măsură", termen impropriu spiritului limbii române, fiind preluat din francezul "*appareil de mesure*". Deci, atât de agreatul termen "aparat de măsură şi control" (cu prescurtarea a.m.c. sau AMC, practic substantivizată în limbajul curent) ar trebui modificat în "aparat de măsurat şi control". De asemenea, nu se foloseşte asocierea "aparat de măsurare", deşi ea în principiu nu este incorectă.

Mijloc de măsurare, instalaţie de măsurare, sistem de măsurare constituie

un grup de termeni compuşi care par a contrazice argumentele aduse anterior în favoarea construcţiei "aparat de măsurat". Totuşi termenii respectă şi ei spiritul limbii noastre, care preferă această construcţie atunci când noţiunea în cauză este un obiect mai complex, destinat efectuării mai mult sau mai puţin autonome a unei anumite operaţii. Construcţii similare pot fi întâlnite în număr mare: instalaţie de recuperare (a căldurii), linie de fabricare (a acidului sulfuric), centrală de prelucrare (a datelor), mijloace (audio-vizuale) de învăţare (a unei limbi), staţie de transformare (a tensiunii). Pentru comparaţie, iată încă o serie de perechi de termeni compuşi care demonstrează preferinţa limbii române, în funcţie de natura obiectului incriminat, manevrat de om ca un instrument sau cu funcţionare independentă: maşină de scris - sistem de scriere; aparat de cântărit - instalaţie de cântărire; pensulă de vopsit - instalaţie de vopsire; cleşte de tăiat (sârmă) - agregat de tăiere (a metalului).

In consecinţă, metrologii – cu acordul nedeclarat al lingviştilor – pledează pentru "mijloc de măsurare", "instalaţie de măsurare", "sistem de măsurare", dar în acelaşi timp pentru "aparat de măsurat" şi "instrument de măsurat".

Măsură este un vechi substantiv românesc, cu un sens larg, care depăşeşte cu mult sfera teoriei şi tehnicii măsurărilor. În accepţiunea care ne interesează, "măsură" înseamnă "materializarea unei mărimi (fizice)". Putem vorbi despre o "măsură de masă", "măsură de volum", "măsură de lungime", "măsură de tensiune electrică", "măsură de rezistenţă electrică" etc. "Măsura" poate fi "măsură etalon", dacă îndeplineşte rol de etalon.

Pe scurt, termenului "măsură" îi este rezervat sensul de obiect caracterizat printr-o anumită mărime fizică (şi nu acela de operaţie de măsurare).

Măsurand este un termen introdus mai recent în metrologie şi în disciplina măsurărilor. El semnifică "mărime de măsurat" (mărime care este măsurată sau care urmează să fie măsurată). Neologism de origine engleză, el a fost adoptat mai întâi în franceză şi apoi în română. Are avantajul că este simplu, direct şi sugestiv, facilitând unele exprimări.

*

În această ordine de idei, din păcate au fost şi mai există în continuare unele confuzii în legătură cu termenii comentaţi mai sus. O imagine deformată este sugerată chiar de o notă din vechiul Vocabular Internaţional de Metrologie Legală (VML, 1978), azi ieşit din uz, reluată şi în textele unor manuale de metrologie generală: „O caracteristică a măsurilor este că acestea nu au, în general, nici un element mobil în timpul măsurării". Chiar cu precizarea că acest lucru este valabil "în general", o asemenea afirmaţie este anacronică. Ea creează impresia că, prin opoziţie, aparatele de măsurat *au obligatoriu* elemente mobile în timpul măsurării. Desigur, aşa ceva era adevărat doar pe vremuri, când practic toate aparatele aveau o structură cel puţin parţial mecanică. La fel de derutantă este şi o altă menţiune din VML: „O caracteristică a măsurilor este că, în general, ele nu posedă un indice". De fapt, multe măsuri au fie o scară gradată şi indice, fie o afişare digitală.

A suscitat discuţii şi definiţia pe care o dădea vechiul standard STAS 2810-80

termenului *măsură:* "Mijloc de măsurare care materializează, pe durata utilizării, una sau mai multe valori ale unei mărimi fizice". Ce înseamnă, aici, cuvântul "materializează"? Evident, el este folosit cu sens figurat, ceea ce conferă o ambiguitate definiției. Dacă avem în vedere exemple de măsuri simple ca un etalon de masă, o cală plan-paralelă, un rezistor etalon, se pare că expresia "materializare a unei valori a unei mărimi" li s-ar potrivi. Dar în cazul unor măsuri ca etalon atomic de frecvență sau generator etalon de tensiune în decade şi multe altele, complexitatea lor ne face să acceptăm mai greu că ele ar fi simple "materializări" ale unor valori. Din acest punct de vedere, pare mult mai potrivită definiția din Vocabularul Internațional de Termeni Generali şi Fundamentali în Metrologie (VIM): "Dispozitiv destinat reproducerii sau furnizării, pe timpul utilizării sale, a uneia sau mai multor valori cunoscute ale unei mărimi date".

Manualele mai vechi definesc măsura ca "mijloc de măsurare care materializează unitatea de măsură a unei mărimi, unul sau mai mulți multipli ai acesteia". Şi această definiție trebuie privită cu rezervă: deci materializează, de data aceasta, *unitatea de măsură*, etc. Într-adevăr, s-ar putea spune că greutățile dintr-o trusă sau rezistoarele etalon dintr-un set materializează unitatea de măsură (kilogram, ohm) împreună cu multipli şi submultipli ai ei. Dar o asemenea definiție nu se potriveşte la un generator etalon de tensiune, o plăcuță etalon de duritate sau o mostră de concentrație de gaze; despre acestea este mai bine sa afirmăm că reproduc sau furnizează *valori cunoscute* ale unor mărimi, decât unitatea de măsura sau multiplii ei.

Tot în VML (1978), ca şi în unele manuale de metrologie, se afirma că: "Măsurile pot servi la efectuarea de măsurări fie independent, fie împreună cu aparate de măsurat". Se dau exemple de măsuri care pot măsura "singure" (riglă, vas gradat) şi măsuri care necesită un aparat "comparator" pentru măsurare (greutate, element normal). Să ne oprim o clipă asupra acestei idei: o măsură poate efectua o măsurare independent, fără un aparat de comparație? Răspunsul corect este că, în general, măsura nu este suficientă pentru efectuarea unei măsurări (greutatea trebuie asociată cu o balanță, elementul normal cu un compensator etc.). Ca excepție, unele măsuri permit efectuarea măsurării prin comparație vizuală, rolul aparatului comparator fiind preluat de ochiul operatorului uman. În acest fel, definițiile enunțate la început rămân pe deplin valabile, din ele rezultând că aparatul de măsurat poate măsura mărimi fizice, dar nu generează asemenea mărimi, pe când măsura generează mărimi fizice dar nu le măsoară.

O ultimă chestiune care merită comentată: exista părerea că o măsură ar fi afectată numai de erori sistematice, nu şi de erori aleatorii. Este adevărat că masa unei greutăți etalon, lungimea unei cale etc. sunt caracterizate prin erori aleatorii de obicei neglijabile (dar nu nule); în schimb, se pot da destule exemple de măsuri la care erorile aleatorii sunt semnificative (generator electronic calibrat).

39 Comentarii la ultima definiție a metrului

Cea de a 17-a Conferință Generală de Măsuri şi Greutăți din 1983 a adoptat o nouă definiție a metrului – una din cele şapte unități fundamentale ale SI – formulată în modul următor:

"Metrul este lungimea drumului parcurs de lumină în vid în timp de 1/299 792 458 secunde".

Concomitent cu această definiție, s-a adoptat pentru viteza luminii în vid o valoare convențională, considerată exactă, şi anume: c = 299 792 458 m/s.

În acest fel, metrul este definit în funcție de secundă. Unii s-au grăbit să deducă de aici că metrul nu ar mai fi o unitate fundamentală, ci o unitate derivată, de vreme ce el este definit în funcție de o altă unitate. Oare să fie aşa?

Confuzia provine de la faptul că vechile definiții ale metrului erau bazate pe "prototipuri" (definițiile din 1799, 1872 şi 1889) sau pe lungimea de undă a unei anumite radiații (1960). Ele fixau valoarea metrului în mod convențional, prin alegerea arbitrară a unei dimensiuni sau a numărului de lungimi de undă ale unei radiații. În contrast cu caracterul convențional al acestor definiții, noua formulare pare într-adevăr că nu dă o definiție independentă a metrului.

In realitate, caracterul de convenție al noii definiții a metrului constă în atribuirea unei valori arbitrare (prin convenție) a vitezei luminii în vid c. Prin aceasta, noua definiție rămâne la fel de "convențională" ca şi cele anterioare. În relația 1 m = $c \times 1$ s, valoarea secundei s fiind dată, poate fi aleasă arbitrar fie valoarea metrului m şi atunci rezultă valoarea vitezei luminii c (aşa cum s-a procedat în cazul definițiilor precedente ale metrului), fie valoarea lui c şi atunci rezultă valoarea lui m (ca în cazul definiției actuale a metrului). Cele două procedee sunt cu totul echivalente.

O ultimă obiecție ar putea fi aceea că, în baza noii definiții, orice modificare a secundei (de exemplu, în urma unor determinări de exactitate superioară) va antrena şi o modificare a metrului. Răspunsul la această obiecție este că incertitudinea actuală a determinării secundei este cu mai multe ordine de mărime inferioară incertitudinii de determinare a metrului, astfel că practic nu se poate pune problema dependenței metrului de eventuale modificări ale secundei. Prin noua definiție, metrul nu a avut decât de "câştigat", întrucât el a fost corelat cu secunda, unitatea reproductibilă cu cea mai mare exactitate din fizică.

Astfel, metrul rămâne pe mai departe o unitate de măsură fundamentală. De altfel, există câteva unități fundamentale definite "convențional", în funcție de alte unități: amperul este definit in funcție de metru şi de newton, molul este definit în funcție de kilogram, candela este definită în funcție de watt etc. În toate aceste definiții există însă câte o convenție, la fel cu cea din definiția metrului (de ex. definiția amperului – deşi acest lucru nu este precizat în textele oficiale – implică adoptarea valorii exacte $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ H/m pentru permeabilitatea vidului).

40 Unde poate duce confuzia între unitățile de măsură

Citim deseori despre greşeli şi "gafe" legate de unitățile de măsură, înlocuirea unei unități cu alta, utilizarea eronată a unor denumiri şi simboluri de unități de măsură. Deja ne-am obişnuit că la televiziune se vorbeşte despre un consum de energie în kilowați (în loc de kilowați oră), sau invers, dar am auzit un ministru pronunțând sintagma kilowați pe oră! Pe multe etichete de produse alimentare conținutul energetic este menționat în calorii, când de fapt este vorba de kilocalorii, am văzut o etichetă pentru o familie de produse unde conținutul flacoanelor era specificat ca fiind 0,5 mL (da fapt era 0,5 L sau 500 mL), etc.

În toate aceste cazuri, erorile au fost rezultatul unor neglijențe, redactări superficiale, scăpări, iar cititorul îşi dă seama de ele şi preia informația corect, deci consecințele sunt minime, de cele mai multe ori doar o supărare trecătoare. Dar se poate întâmpla ca o asemenea confuzie să aibă şi urmări mai neplăcute. Prin anii '80 într-o întreprindere din România magazionerul a trebuit să completeze un formular pentru comanda materialelor necesare în anul următor şi, la categoria "sodă caustică" nu a observat că unitatea de măsură specificată în formular era "tone", completând rubrica respectivă ca pentru "kilograme"; supriza lui peste un an a fost că i-a fost livrată o cantitate de sodă caustică suficientă pentru mai multe secole!

Dar exemplul cel mai concludent pentru a ilustra titlul anunțat "unde poate duce confuzia între unitățile de măsură" l-am avut în anul 1999, când s-a produs un accident astronautic ieşit din comun: nava spațială "Mars Climatic Orbiter" (din fericire fără personal uman), lansată pentru a gravita în jurul planetei Marte şi a efectua cercetări climatice, a pătruns în atmosfera planetei şi s-a dezintegrat. Evenimentul produs în ziua de 23 septembrie 1999 a intrigat o întreagă lume, iar specialiştii au făcut o investigație temeinică pentru a descoperi cauza dezastrului. Surpriza lor a fost una de proporții: comanda care a fost transmisă navei automate atunci când se apropia de Marte trebuia să plaseze nava-satelit pe o orbită în jurul planetei, la o înălțime de aprox. 140 km, unde ar fi gravitat fără probleme, dar s-a dat o comandă greşită în urma căreia el a pătruns prea mult în atmosfera marțiană, s-a supraîncălzit şi s-a distrus.

Cercetările efectuate au demonstrat un fapt greu de crezut: greşeala s-a produs din cauza utilizării a *două sisteme de unități diferite,* sistemul SI şi sistemul anglo-saxon (inch-pound). Dar iată nişte relatări ale presei din acea vreme.

Recentele pierderi de 250 milioane dolari cheltuite de NASA, pentru dezvoltarea satelitului "Mars Orbiter" destinat unor cercetări climatice, ar putea fi catalizatorul care să trezească Congresul în a realiza că SUA nu mai pot continua folosirea a două sisteme de măsurare. Acesta ar putea fi momentul pentru a demara faza de finalizare a procesului denumit "SUA metrication" (trecerea SUA la sistemul metric).

"Oamenii fac uneori erori," a declarat Dr. Edward Weiler, administrator

adjunct al NASA pentru "Space Science" (ştiinţa spaţiului), încercând să explice confuzia dintre unităţile metrice şi cele anglo-saxone care a cauzat pierderea satelitului "Mars Climate Orbiter", la data de 23 septembrie 1999. "Problema nu a fost o simplă eroare, ci un eşec al politicii NASA, al sistemelor de inginerie, precum şi al organizării controalelor şi verificărilor în procesele noastre de detectare a erorilor".

Preşedintele "USA Metric Association" (USMA), Lorelle Young, blamează cele întâmplate în contextul unei probleme mult mai mari, ca un eşec al Statelor Unite în adoptarea sistemului metric. "Acest accident a reprezentat mult mai mult pentru publicul american", a spus ea. "Nu se pune problema ca SUA să devină o naţiune complet "metrică", dar tărăgănarea procesului de "metrificare" ne privează de la multe beneficii de care poporul american s-ar putea bucura încă de acum. Prin furnizarea către lume a exporturilor de bunuri "metrice" noi ne-am putea consolida economia, am putea oferi mai multe locuri de muncă muncitorilor americani, iar prin predarea în şcolile noastre în mod consecvent a sistemului metric am putea accelera reforma pe care o întreprindem în domeniul educaţiei ştiinţifice şi tehnologice."

"Acest dezastru pe Marte ar fi putut fi complet evitat dacă am fi lucrat în întregime în sistem metric", a declarat Valerie Antoine, director executiv al Asociaţiei Metrice SUA. "Acesta este un foarte bun motiv pentru Congres ca să se pună pe treabă şi să dea mandatul pentru adoptarea sistemului metric."

"NASA utiliza sistemul metric deja de ani de zile", a spus Tom Gavin, administrator la JPL, NASA. Dar, din greşeală, a crezut că Lockheed, contractantul său, folosea şi el datele metrice, însă a ieşit la iveală că ei foloseau sistemul anglo-saxon inch-pound. Iar Noel Hinners, vicepreşedinte pentru sistemele de zbor la Lockheed Martin, Denver, a admis că "Noi ar fi trebuit să utilizăm unităţi metrice."

De fapt, NASA raportase că altitudinea minimă supravieţuibilă ar fi fost între 85 şi 100 km (53...62 mile) dar, din cauza necorelării unităţilor de măsură, mesajul a ajuns la astronavă sub forma de 53...62 km, ceea ce a permis navei spaţiale să ajungă la 57 km (35 mile) de Marte, unde temperatura era prea mare şi dezastrul s-a produs (planul iniţial al NASA fusese ca nava să se apropie de planetă la 140 km).

Acestea au fost faptele, comentariile sunt de prisos...

41 Cum se obține "liniştea metrologică"?

În lumea fizicii se operează cu numeroase idealizări, reprezentând modele ale unor situații reale limită, cum sunt: punctul în geometrie, masa punctiformă şi solidul rigid în mecanică, conductorul filiform în electricitate, temperatura zero absolut în căldură, gazul perfect în teoria cinetică a gazelor etc. Şi lumea măsurărilor are nevoie de asemenea modele, care sunt fie anumite stări de referință caracterizate prin valori limită ale unor mărimi fizice sau lipsa totală a unor factori perturbatori, fie obiecte cu proprietăți ideale. Iată câteva exemple, bine cunoscute: suprafață absolut plană (sau absolut netedă); presiune zero (vid absolut); câmp electric sau magnetic nul (ecranare perfectă față de orice câmp exterior); conductor electric perfect (realizabil practic in condiții criogenice); izolant electric perfect (încă nerealizat practic); corp negru perfect (absorbant al oricărei radiații electromagnetice). Exactitatea unor categorii de măsurări depinde, în ultima instanță, tocmai de gradul în care condițiile ideale de acest gen pot fi aproximate în practică.

În domeniul măsurărilor acustice o asemenea stare limită sau stare de referință este cea de *presiune sonoră zero,* adică lipsa oricărui sunet, a oricărui zgomot. Această referință este necesară pentru a putea măsura, în general, intensitățile sonore şi, în particular, o serie de alte mărimi acustice – atenuare, coeficient de absorbție şi de reflexie, impedanță acustică, putere acustică, directivitate etc. – cu cea mai mare exactitate. Este vorba deci de ceea ce s-ar putea numi "liniște metrologică", ca aproximare a stării de liniște absolută.

Cum se obține această "liniște metrologică"?

Natura nu ne oferă în general stări de referință, lipsite de perturbații, corespunzătoare pretențiilor pe care le au măsurările de înaltă exactitate. Orice loc, oricât de retras şi de ferit, abundă în zgomote de toate felurile. Omul este adaptat la zgomot, se simte bine atunci când aude sunete provenite din jurul său, se teme mai de grabă de tăcere decât de zgomot. Iată ce spune scriitorul *Robert Lynd* despre aceasta : "Nu numai în viața noastră socială ne temem de tăcere. Ne place zgomotul mai mult decât ne dăm seama, chiar când nici o altă ființă omenească nu este în preajmă. Când plecăm de la oraş ca să stăm la țară, ne amăgim dacă ne închipuim că facem lucrul acesta pentru a schimba zgomotul pe liniște. Ne ducem la țară nu pentru a scăpa de zgomot, ci în căutarea unui alt fel de zgomot. Stai într-o grădină de țară în luna mai şi vei băga de seamă că zgomotul este neîntrerupt. Întreaga zi se scurge într-o succesiune de zgomote care ne-ar scoate din sărite dacă am fi cu adevărat adoratori ai liniştii. Când se lasă seara şi vocea ultimului cuc se stinge într-o tăcere universală, ne cuprinde un sentiment de teamă ca în fața a ceva supranatural... De fapt dacă natura ar reuşi să-şi păstreze toate zgomotele active în tot cursul nopții, întunericul şi-ar pierde cea mai mare parte din spaimele sale".

Soluția tehnică a realizării stării de liniște absolută este aşa-numita "cameră surdă", o încăpere izolată fonic, de dimensiuni corespunzătoare tipurilor de

măsurări acustice cărora le este destinată şi aparaturii folosite în acest scop. O asemenea incintă izolată fonic, de înaltă performanţă, construită de firma "*Bell*" la New Jersey, are lungimea de 10,6 m, lăţimea de 8,5 m şi înălţimea de 8,5 m. Pereţii ei sunt acoperiţi cu un material special din fibre de sticlă, care atenuează foarte puternic orice sunet provenit din afară. Ca rezultat, în interiorul camerei nivelul de zgomot este sub pragul de audibilitate al omului. Senzaţia pe care o încearcă o persoană aflată în această încăpere, după ce a închis uşa în urma ei şi a oprit astfel şi pătrunderea ultimelor sunete din exterior, este într-adevăr aceea de linişte absolută. Efectul psihologic al acestei tăceri este însă neaşteptat: se afirmă că nici o persoană nu a putut rămâne în cameră mai mult de o jumătate de oră, auzindu-şi bătăile propriei inimi şi şuieratul propriei respiraţii. Pentru evitarea accidentelor, uşile nu se pot bloca, ieşirea fiind în permanenţă liberă. Există de asemenea şi un sistem de alarmă, care se declanşează automat în cazuri neprevăzute. Iată că în acest fel se confirmă părerile citate mai sus ale unui scriitor despre comportarea omului într-o ipostază mai puţin obişnuită.

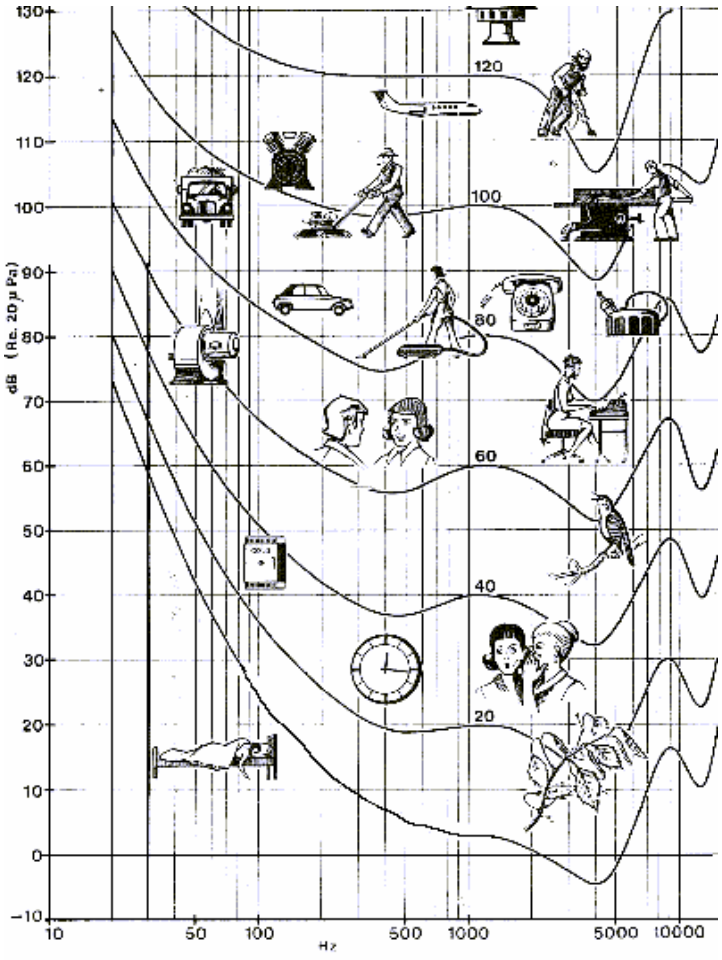
Camera fonoizolată serveşte la determinarea caracteristicilor unor aparate acustice de mare precizie şi sensibilitate, la încercarea unor dispozitive şi materiale utilizate în domeniul acusticii, la diferite studii etc. Pe lângă izolarea faţă de exterior, incinta mai trebuie să îndeplinească o condiţie foarte importantă, aceea ca pereţii ei să absoarbă practic total orice sunet incident sau, cu alte cuvinte, să nu reflecte sunetul. În acest scop, pereţii sunt acoperiţi cu structuri speciale, cu o grosime totală de ordinul metrilor, care absorb undele sonore (în proporţie de până la 99 %). Datorită acestei proprietăţi, încăperea se mai numeşte şi "cameră anecoică" (fără ecouri, adică fără reflexii de sunet). Astfel în interiorul camerei se realizează "condiţii de spaţiu liber", care permit măsurarea exclusiv a sunetelor directe, fără a fi perturbate de sunetele reflectate de pereţi. Imaginea ilustrează interiorul unei asemenea camere anecoice, care foloseşte pentru acoperirea pereţilor structurile tipice cu secţiuni de trapez. Camera este utilizată la testarea proprietăţilor acustice ale unor materiale.

42 Ce pot însemna "sute de decibeli"?

Într-un reportaj apărut pe paginile unui ziar, se putea citi următorul pasaj: "Răsunau sutele de decibeli ale unor stații de amplificare". Pentru neavizați, exprimarea poate părea corectă.

Adevărul este însă altul. Să pornim de acolo că prin "sute de decibeli" trebuie să înțelegem cel puțin 200 dB (două sute de decibeli). Să examinăm puțin scara intensităților sonore, așa cum o prezintă orice manual de acustică. Un sunet de 100 dB este deja supărător (o stradă foarte zgomotoasă), unul de 120 dB este aproape de pragul dureros (prelucrări mecanice foarte zgomotoase într-o hală industrială), iar unul de 140 dB este practic la limita de suportabilitate (zgomotul unui avion cu reacție în imediata apropiere a lui). Un sunet de 160 dB poate ucide un om!

Pentru producerea unor sunete de peste 200 dB este greu să fie concepute chiar şi mijloacele tehnice necesare.



Rezultă clar că expresia "sute de decibeli" ar fi trebuit în orice caz evitată, căci ea nu poate corespunde realității. Care este explicația celor de mai sus?

Decibelul este o unitate de măsură logaritmică relativă pentru nivel: el este egal prin definiție cu de zece ori logaritmul zecimal al raportului dintre două puteri. Alegând o anumită putere acustică de referință, se poate exprima prin decibeli valoarea nivelului de intensitate sonoră. Dacă se ține seama de proprietățile logaritmilor, se deduce că o creştere

cu 10 dB a nivelului sonor înseamnă o creştere de 10 ori a puterii acustice, 20 dB înseamnă o creştere de 100 ori a puterii acustice, 30 dB o creştere de 1000 ori a puterii acustice ş.a.m.d. Deci de la 100 dB la 200 dB se ajunge prin mărirea de 10^{10} ori (adică de zece miliarde de ori) a puterii acustice.

Acum devine limpede ce ar însemna de fapt un nivel acustic de 200 dB !

În figură este dată o reprezentare intuitivă, grafică, a puterii sunetelor emise de diverse surse, de data aceasta fiind orientativ indicată şi gama de frecvenţe în care acestea sunt plasate.

Aici trebuie observat că sensibilitatea urechii omeneşti variază mult cu frecvenţa, sensibilitatea maximă găsindu-se undeva în preajma frecvenţei de 2000 Hz (iată de ce sunetele "ascuţite", în genul unui "ţârâit" de greieri sau al unui "bip" de telefon portabil sunt mai uşor de detectat şi de localizat). În schimb, le frecvenţe mai joase sau mai înalte sensibilitatea urechii scade; de exemplu, la 100 Hz pragul de audibilitate este cu vreo 30 dB mai ridicat decât în zona maximului. În tabelul care urmează sunt date exemple de nivel sonor în vecinătatea diferitelor surse de sunet.

Sursa sunetului	**Presiunea sonoră, pascal**	**Nivelul presiunii sonore, dB**
Erupţia vulcanului Krakatoa la o distanţă de 10 km	20 000 Pa	180 dB
Transductor termo-acustic deschis	12 000 Pa	176 dB
Armă M1 Garand descărcată, la 1 m	5 000 Pa	168 dB
Avion cu reacţie, la 30 m	630 Pa	150 dB
Armă obişnuită descărcată, la 1 m	200 Pa	140 dB
Pragul senzaţiei de durere	100 Pa	130 dB
Deteriorarea auzului (expunere scurtă)	20 Pa	cca. 120 dB
Avion cu reacţie, la 100 m	6...200 Pa	110 ... 140 dB
Ciocan pneumatic, la 1 m	2 Pa	cca. 100 dB
Deteriorarea auzului (expunere lungă)	6×10^{-1} Pa	cca. 90 dB
Şosea circulată, la 10 m	$2\times10^{-1}...6\times10^{-1}$ Pa	80 ... 90 dB
Automobil de persoane, la 10 m	$2\times10^{-2}...2\times10^{-1}$ Pa	60 ... 80 dB
Televizor (nivel sonor mediu), la 1 m	2×10^{-2} Pa	cca. 60 dB
Vorbire normală, la 1 m	$2\times10^{-3}...2\times10^{-2}$ Pa	40 ... 60 dB
Încăpere foarte liniştită	$2\times10^{-4}...6\times10^{-4}$ Pa	20 ... 30 dB
Foşnetul frunzelor, respiraţie normală	6×10^{-5} Pa	10 dB
Pragul de audibilitate la 2 kHz	2×10^{-5} Pa	0 dB

43 Gânduri despre o mărime fizică de toate zilele – TIMPUL

Ştiţi ce este timpul? O mărime fizică – fără îndoială, se ştie doar că el este una din cele trei mărimi fundamentale ale mecanicii. Şi totuşi...

- timpul este prezent peste tot, dar nu ocupă spaţiu;
- îl putem măsura, dar nu-l putem vedea, pipăi, ignora sau înmagazina ;
- toată lumea îl cunoaşte şi îl foloseşte zilnic, dar nimeni nu îi poate da o definiţie precisă;
- timpul poate fi petrecut, folosit, consumat, economisit, câştigat, investit. "omorât", pierdut, recuperat, dar nimeni nu-l poate distruge sau schimba şi niciodată nu este în plus sau în minus;
- timpul nu poate fi oprit, accelerat sau întârziat, readus sau anticipat;
- suntem în relaţii permanente cu timpul, îl avem oricând la dispoziţie dar nici nu putem scăpa de el, ne poate fi aliat sau duşman.

Timpul "fizic". Nu trebuie deci să ne mire faptul că Newton, Descartes, Einstein şi alţii au studiat mulţi ani încercând să gândească despre "timp", să-l analizeze şi să-i găsească o definiţie, fără prea mult succes.

Nici fizicienii de azi nu au reuşit. Enigma timpului continuă să deruteze, să nedumerească, să fascineze şi să sfideze. În lupta lor cu "timpul", unii fizicieni alunecă spre filosofie, chiar metafizică, iar alţii devin pragmatici, rezumându-se la intuirea şi la măsurarea lui.

Timpul "intuitiv". Practic noţiunea de timp joacă un rol vital în existenţa noastră cotidiană. Timpul intervine în multe relaţii matematice ale fizicii. El diferă de celelalte mărimi ale fizicii prin particularităţi ca următoarele:

- timpul nu poate fi sesizat de simţurile umane; ne dăm seama de el numai intuitiv, bazaţi pe experienţa proprie şi corelându-l cu evenimentele;
- timpul "curge" într-un singur sens, putem gândi despre el numai în sensul de "înainte, acum şi după", nu putem face nimic în trecut sau în viitor ci numai "acum";
- acest "acum" este mereu schimbător: dacă cerem unui prieten să ne comunice într-o scrisoare câţi metri pătraţi are locuinţa sa sau câte kilograme cântăreşte bicicleta sa, putem obţine informaţii utile, dar dacă îl întrebăm cât este ceasul, scrisoarea sa nu ne va putea da o informaţie valabilă.

Timpul "filosofic" (şi chiar poetic). Timpul generalizează succesiunea sau simultaneitatea unor procese materiale, îl sesizăm numai prin producerea de evenimente care se succed unul pe altul. Timpul are o singură dimensiune (durata), este ireversibil, scurgându-se veşnic într-un singur sens, din trecut, prin prezent, spre viitor. Aşa cum spunea marele *Eminescu*: "Cu mâine zilele-ţi adaogi, / Cu ieri viaţa ta o scazi / Şi ai cu toate astea-n faţă / De-a pururi ziua cea de azi".

Timpul "măsurabil". Din punctul de vedere al măsurării timpului, particularitatea sa cea mai importantă este tocmai această "scurgere" continuă. Spre

deosebire de lungimea unei bare sau masa unui corp, pe care le putem măsura de câte ori vrem, repetând măsurarea aceleiaşi mărimi fizice, nu putem măsura niciodată acelaşi interval de timp de două ori. Putem constata direct şi simultan egalitatea lungimilor a două bare punându-le cap la cap sau egalitatea a două mase aşezându-le pe platanele unei balanţe cu braţe egale, dar nu putem compara între ele decât indirect şi succesiv două intervale de timp, folosindu-ne de o "scară de timp". Un etalon de timp nu este o "măsură" propriu-zisă – ca o riglă, o greutate etalon, un element normal – ci un "generator" de scară la timp, el nu "păstrează" unitatea de timp ci o "produce". Cu alte cuvinte, obiectul purtător al unei mărimi fizice oarecare (lungime, masă, tensiune electrică etc.) îl putem avea în mână, îl putem supune oricăror măsurări sau teste, în condiţii identice sau variate, după dorinţă. Alte mărimi le putem "conserva" în mod asemănător, ca proprietăţi naturale ale unor obiecte sau sisteme fizice sau în funcţie de acestea. Timpul nu este caracteristic nici unui obiect, nici generabil sau reproductibil, nu poate fi "conservat"; el este doar măsurabil.

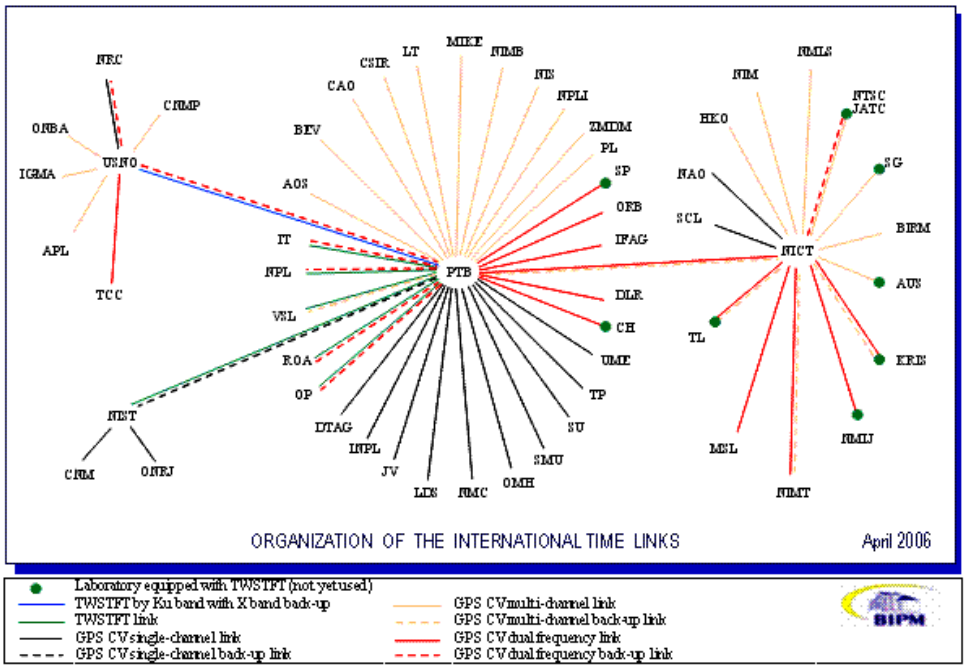
Cum se măsoară timpul. Cum se măsoară de fapt timpul? Procedeul de măsurare a timpului este pur convenţional şi constă în numărarea unor evenimente succesive pe care le declarăm repere ale "scării de timp". În principiu, nu are nici o importanţă cum sunt produse aceste evenimente. *Einstein* spunea ca am putea măsura timpul punând un individ să arunce una după alta pietricele de pe un pod în apa Senei şi numărându-le. Practic este avantajos totuşi ca scara timpului să fie aleasă astfel ca definiţia timpului să coincidă cu cea pentru care legile fundamentale ale fizicii – cum ar fi legea de mişcare a lui Newton – să fie verificate de experienţă, sub forma lor simplă cunoscută. Astfel s-a ajuns la un timp "ritmic" – ideea de ritmicitate având un substrat subiectiv (ritmicitatea bătăilor inimii, muzica ritmată etc.) cât şi un suport experimental bogat (ritmicitatea aparentă a unor oscilaţii din natură, mişcarea uniformă a pământului etc.).

Cu secole în urmă s-a crezut că durata zilelor este constantă şi scara de timp a fost bazată pe subdiviziuni ale acesteia. S-a constatat apoi că zilele nu au aceeaşi lungime, diferenţa dintre o zi din februarie şi una din octombrie putând fi apreciabilă. De aceea s-a luat ca bază *ziua solară medie.* Dar şi aceasta prezintă variaţii de ordinul zecilor de milisecunde; au fost observate încetinirea continuă a rotaţiei pământului (aprox. 16 ms la 1000 de ani; se presupune că acum 600 milioane de ani durata unei zile era în jur de 21 de ore), deplasări de câţiva metri ale polilor pământului, fluctuaţii regulate şi neregulate ale rotaţiei pământului determinate de fenomene meteorologice şi altele. S-a stabilit că o definiţie mai bună a secundei poate fi bazată pe fenomene astronomice (timpul efemeridelor). În 1967 s-a introdus definiţia secundei în funcţie de perioada de oscilaţie a unei radiaţii a atomului de cesiu (definiţia "atomică" a secundei). Aceasta a fost găsită ca fiind cea mai stabilă dintre toate definiţiile cunoscute (dar, accentuăm, ea este în continuare convenţională, neregularităţile ei – deşi probabil foarte mici – neputând fi evidenţiate, din lipsa unei scări de timp şi mai stabile).

Din cauza neregularităţilor mişcării pământului, timpul "astronomic" şi timpul

"atomic" nu coincid totdeauna. Pentru corectarea acestor neconcordanţe se aplică un procedeu asemănător anilor bisecţi: durata unor ani este prelungită (sau scurtată) cu câte o secundă, astfel că ultimul minut al lunii decembrie sau iunie devine de 61 secunde (sau de 59 secunde), ceea ce face ca niciodată diferenţa dintre cele două scări de timp să nu depăşească ±1 s. Venind vorba despre paralela dintre aceste două scări de timp, ne reamintim de mai vechea dispută dintre astronomi şi metrologi, pe tema definiţiei timpului "atomic", faţă de care astronomii au avut multe rezerve, simţindu-se "detronaţi" din poziţia de stăpâni ai fenomenelor care marchează trecerea timpului. Prin anii '80 într-o emisiune radio un specialist de la Institutul Astronomic din Bucureşti spunea că deşi scara "atomică" are pretenţia de a fi foarte precisă, este afectată de imperfecţiuni care necesită corecţii periodice prin aplicarea acelor "salturi" de o secundă. Adevărul este tocmai invers: imperfecţiunea timpului "astronomic" este cea care reclamă introducerea "salturilor", timpul "atomic" fiind atât de exact încât permite detectarea oricăror neuniformităţi ale scării de timp bazate pe "momentele" astronomice.

La ce foloseşte timpul "metrologic". Exactitatea de măsurare a timpului şi a frecvenţei a crescut spectaculos în cursul unui secol, ajungând la impresionantul ordin de mărime de 1×10^{-14}, ceea ce corespunde unei erori de o secundă în 3 milioane de ani!.



În acest fel, timpul şi frecvenţa au devenit mărimile fizice măsurabile cu exactitatea cea mai ridicată. Aceasta a avut ca efect tendinţa de a converti cât mai multe mărimi fizice în durate de timp sau în frecvenţe, care pot fi măsurate apoi uşor şi precis. Pe de altă parte, măsurarea timpului şi a frecvenţei sunt ele în sine

esențiale în ştiință, navigație, astronautică şi multe alte activități, unde exactitatea realizabilă este deseori exploatată în întregime.

Pentru crearea unei scări de timp mondiale, peste o sută de laboratoare transmit cu regularitate rezultate ale măsurărilor lor, prin rețeaua de sateliți GPS (*Global Positioning System*), la Biroul Internațional de Măsuri şi Greutăți din Paris (BIPM). Acesta are rolul de a "conserva" unitatea de timp, prelucrând datele primite şi elaborând o medie a acestora, considerată ca cea mai precisă bază pentru definirea scării de timp. Etaloanele naționale de timp ale țărilor preiau unitatea de măsură de la BIPM şi astfel se poate considera că – cel puțin în principiu – toate ceasurile din lume sunt sincronizate între ele, putându-se vorbi despre un timp uniform şi exact la nivel mondial

In concluzie, deşi nu ştim exact ce este timpul, îl putem măsura cu o exactitate ce aduce foloase inestimabile omului civilizat, performanță care a impulsionat ştiința şi tehnica poate mai mult decât măsurarea oricărei alte mărimi fizice.

44 Mai există "unități suplimentare" SI?

După cum se ştie, în varianta tradiţională a Sistemului Internaţional de Unităţi (SI) existau trei categorii de unităţi: unităţi fundamentale, unităţi suplimentare şi unităţi derivate. Categoria unităţilor suplimentare "unghi plan" şi "unghi solid" a dat naştere la multe discuţii în cursul timpului şi a produs destule nedumeriri şi confuzii la cei care făceau cunoştinţă pentru prima dată cu SI.

În principal, întrebările care se puneau erau următoarele:

- De ce era nevoie de "unităţi suplimentare" în SI? Normal şi logic ar fi fost ca în orice sistem de unităţi să existe numai unităţi fundamentale şi unităţi derivate.

- Unităţile suplimentare au caracterul unor unităţi fundamentale sau al unora derivate?

- Unităţile "unghi plan" şi "unghi solid" au o dimensiune fizică sau sunt mărimi adimensionale?

În perioada în care se definitiva conceptul de Sistem Internaţional şi devenise iminentă proclamarea sa ca sistem de unităţi unic şi universal, *"pentru toate popoarele şi pentru toate timpurile",* nu se ajunsese la un acord în privinţa unităţilor de unghi plan şi unghi solid. Existau două opinii contradictorii, care în esenţă susţineau următoarele:

- unghiul plan şi unghiul solid sunt mărimi definite prin raportul a două lungimi, respectiv raportul dintre o arie şi pătratul unei lungimi: ca atare, ele sunt mărimi adimensionale, iar unităţile lor de măsură sunt unităţi derivate;

- unghiul plan şi unghiul solid sunt mărimi fundamentale, care intervin în legi importante ale fizicii şi nu pot fi tratate ca simple numere abstracte, ca nişte factori adimensionali (de exemplu, în mărimi ca fluxul electric, fluxul luminos etc., unghiul solid intervine ca o mărime fundamentală şi nu ca un simplu coeficient numeric); unghiul plan poate fi măsurat în diferite unităţi de măsură (grad, radian, unghi drept etc.) deci el are caracterul unei mărimi dimensionale.

Neputând rezolva această contradicţie, cea de a 11-a Conferinţă Generală de Măsuri şi Greutăţi (CGPM) din 1960 a lăsat deschisă problema. Soluţia de a declara radianul şi steradianul ca unităţi suplimentare SI a fost un simplu compromis, dictat de continuarea divergenţelor existente şi de dorinţa de a nu se lua nici o poziţie definitivă, de către un for suprem. Pentru întreaga lume, SI a rămas ca un sistem bazat pe şapte unităţi fundamentale şi două unităţi suplimentare, cu libertatea oricui de a privi unităţile suplimentare fie ca fundamentale, fie ca derivate şi de asemenea de a considera unghiul plan şi unghiul solid ca dimensionale sau adimensionale.

Însă în anul 1980, Comitetul Internaţional de Măsuri şi Greutăţi (CIPM) a luat o nouă decizie în privinţa unităţilor suplimentare, în dorinţa de a face un pas înainte în această dispută. Textul este cel din chenar.

RECOMANDAREA 1 (CI – 1980)

"Comitetul Internaţional de Măsuri şi Greutăţi, luând în considerare Rezoluţia 3 adoptată de ISO TC-12 în 1978 şi Recomandarea U1 (1980) adoptată de Comitetul Consultativ de Unităţi în cea de a 7-a sesiune a sa,

având în vedere

- că unităţile radian şi steradian sunt introduse, de obicei, în expresii ale unităţilor de măsură din motive de claritate, mai ales în fotometrie, unde steradianul este important pentru distingerea unităţilor corespunzătoare diferitelor mărimi,

- că în ecuaţiile utilizate unghiul plan se exprimă, în general, ca raport între două lungimi, iar unghiul solid ca raport între o arie şi pătratul unei lungimi, şi că aceste mărimi sunt tratate, în consecinţă, ca mărimi fără dimensiuni,

- că studiul sistemelor de unităţi de măsură folosite în domeniul ştiinţei arată că nu există nici unul care să fie, în acelaşi timp, coerent şi convenabil şi, în care, mărimile unghi plan şi unghi solid să fie considerate ca mărimi fundamentale,

considerând de asemenea,

- că interpretarea dată de Comitetul Internaţional de Măsuri şi Greutăţi în 1969 pentru clasa de unităţi suplimentare introdusă în Rezoluţia 12 a celei de a 11-a CGPM în 1960 lasă libertatea de a trata radianul şi steradianul ca unităţi fundamentale în Sistemul Internaţional,

- că o asemenea posibilitate compromite coerenţa internă a Sistemului Internaţional bazat pe numai şapte unităţi fundamentale,

decide

să interpreteze clasa unităţilor suplimentare din Sistemul Internaţional ca o clasă de unităţi derivate fără dimensiuni, pentru care CGPM lasă libertatea să fie folosite sau nu în expresiile unităţilor derivare SI."

Prin aceasta se stabileşte, în sfârşit, că radianul şi steradianul sunt unităţi derivate fără dimensiuni.

Totuşi, la scurt timp după această decizie, au apărut în revista "*Metrologia*" (publicaţie internaţională sub auspiciile CGPM) două articole ample, în care autorul pledează, cu o motivaţie foarte bogată, pentru declararea radianului şi a steradianului ca mărimi dimensionale. Autorul reia toată argumentele vechi în favoarea tezei sale, în special acela că dacă o mărime poate fi exprimată în diferite unităţi de măsură (ca unghiul plan în grade, radiani, unghiuri drepte etc.,) atunci ea

trebuie să fie o mărime dimensională. În plus, este de părere că introducând o nouă dimensiune, cea a unghiului plan – pe care o notează cu A – se obțin posibilități suplimentare de verificare a omogenității dimensionale, utilă mai ales când intervin mişcări de rotație. Autorul tratează problema sub cele mai diverse aspecte, atât matematic cât şi fizic, găsind soluții pentru numeroasele dificultăți care se ivesc.

Şi trebuie recunoscut că asemenea dificultăți sunt destule. De exemplu, conform primului din articolele amintite, raza cercului şi arcul de cerc nu mai au aceleaşi dimensiuni: raza cercului are dimensiunea L, pe când arcul de cerc are dimensiunea $A \cdot L$ (aceasta ar însemna ca şi unitățile de măsură respective să fie diferite – fapt pe care autorul îl trece însă sub tăcere). Alte greutăți apar la definirea funcțiilor trigonometrice (ele rămân adimensionale, dar argumentul lor este dimensional!), la dezvoltarea în serie a acestor funcții etc.

Se pare că după 15 ani, în sfârşit, comunitatea internațională a metrologiei a ajuns la concluzia că trebuie evitate alte complicații, căci iată cum arată hotărârea 8 a celei de a 20-a CGPM din 1995 (mai jos, în chenar):

Cu alte cuvinte, *nu mai există unități suplimentare* în SI. Cu aceasta a luat

HOTĂRÂREA 8 (CGPM – 20)

A 20-a Conferință Generală de Măsuri şi Greutăți,

considerând

- că a 11-a Conferință Generală, în 1960, în hotărârea 12 referitoare la Sistemul Internațional de Unități, SI, a recunoscut trei clase de unități, cea a unităților fundamentale, cea a unităților derivate şi cea a unităților suplimentare, aceasta din urmă cuprinzând numai radianul şi steradianul,

- că statutul unităților suplimentare în raport cu unitățile fundamentale şi cele derivate a dat naştere la discuții,

- că CIPM în 1980, constatând că statutul ambiguu al unităților suplimentare compromite coerența internă a SI, a interpretat în Recomandarea 1 (CI-1980) a sa unitățile suplimentare din SI ca unități derivate fără dimensiune,

aprobând interpretarea dată de CIPM în 1980,

decide

- să interpreteze unitățile suplimentare din SI, radianul şi steradianul, ca unități derivate fără dimensiuni, ale căror denumiri şi simboluri pot fi utilizate, dar nu în mod necesar, în expresiile altor unități derivate SI, după nevoi,

- şi, în consecință, să suprime clasa unităților suplimentare ca o categorie distinctă în SI.

sfârşit un capitol lung şi încărcat de nesfârşite dispute şi neînţelegeri în istoria reglementărilor din domeniul măsurărilor. Se poate spune că a trebuit luată o opţiune dificilă şi responsabilă, a trebuit făcută o alegere între două variante, ambele având avantaje şi dezavantaje, a trebuit ales "cel mai mic dintre două rele ...".

Nu se poate afirma că această decizie va schimba ceva esenţial în modul în care se va proceda de acum încolo în lucrări ştiinţifice, în experimente fizice sau în proiecte inginereşti. Majoritatea celor interesaţi probabil nici nu ştiu de această modificare, dovadă că în două cărţi recente despre unităţi de măsură apărute în România[1], Sistemul Internaţional SI este prezentat tot ca având trei clase de unităţi – fundamentale, suplimentare şi derivate (şi aceasta la 10 ani de la decizia CGPM de a suprima clasa unităţilor suplimentare!).

Dar consecinţele pot fi importante pe plan didactic. Generaţii de elevi şi studenţi care vor învăţa despre unităţile SI vor trebui instruiţi corect, în deplină cunoştinţă a spiritului şi principiilor sistemelor de unităţi de măsură şi pe baza prevederilor şi modificărilor aduse la zi ale normelor de bază valabile pe plan naţional şi internaţional.

---

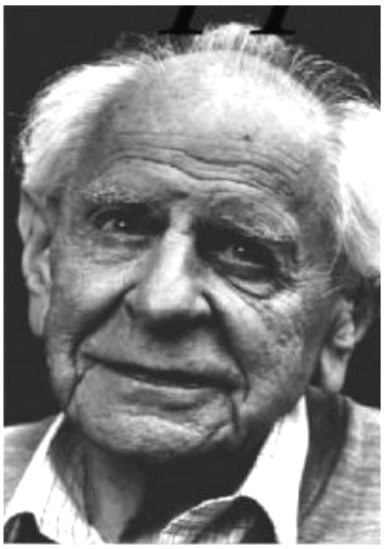
[1] Mircea Bejan: În lumea unităţilor de măsură, Editura Academiei Române, Bucureşti, 2005, 185 pagini;

Dan Nica: Unităţi de măsură de la A la Z. Editura didactică şi pedagogică, Bucureşti, 2005, 170 pagini

45 Metrologia în preocuparea unor filosofi contemporani

Se ştie că fundamentarea teoriei măsurării şi dezvoltarea ei ulterioară au constituit preocupări cu unele aspecte pronunţat filosofice. Eforturile îndreptate în această direcţie au generat concepte primare şi aserţiuni cu caracter general, a căror definire, respectiv prezentare sistematică reclamă mijloace specifice filosofiei, precum şi un limbaj propriu acesteia.

Metrologia, privită ca ştiinţă a măsurării, continuă să fie supusă investigaţiei cu caracter fundamental de către numeroşi teoreticieni din lume. Cele ce urmează au scopul de a semnala prezenţa metrologiei în două cărţi apărute şi în traducere românească, ai căror autori sunt de notorietate mondială, având contribuţii importante legate de filosofia ştiinţei.



Una din acestea *(Karl S. Popper:* "Logica cercetării", Editura ştiinţifică şi enciclopedică, Bucureşti 1981) conţine un paragraf privitor la teoria măsurării, în care se fac observaţii interesante la anumite probleme de principiu legate de gradul de precizie în măsurare. Se afirmă (citäm) că: "Dacă consecinţele a două teorii diferă în toate domeniile lor aşa de puţin încât diferenţele între evenimentele observabile calculate sunt mai mici decât limitele de precizie a măsurării în domeniul respectiv, nu este posibil să decidem empiric între ele fără a îmbunătăţi tehnica noastră de măsurare" (pag. 147). În continuare se arată că teza conform căreia "toate măsurările se bazează pe determinarea unor coincidenţe de puncte" este corectă numai în anumite limite. "Coincidenţa de puncte" în sens restrâns nici nu există; două puncte fizice pot fi doar apropiate, dar nu pot nicidecum să coincidă, adică să se suprapună *într-un singur punct*. Pe cât de neesenţială ar putea fi această observaţie pentru alte probleme, pe atât de importantă este ea pentru problema exactităţii in măsurare. Consideraţiile care urmează în carte lămuresc definirea intervalului de incertitudine a măsurării, introducând ideea că "marjele" acestui interval sunt la rândul lor imprecis definite, fapt de care trebuie să se ţină seama în interpretarea rezultatelor măsurării.

Observaţii interesante sunt inserate în lucrare şi în legătură cu modul în care experimentarea contribuie la închegarea unei teorii ştiinţifice. Se atrage atenţia şi asupra acţiunii inverse, a teoriei asupra experimentării: se afirmă că "experimentarea este o acţiune metodică, în care fiecare pas este călăuzit de teorie".

Este evidenţiată de asemenea importanţa ideii de incertitudine în orice ştiinţă a naturii. "Vechiul ideal ştiinţific, ştiinţa absolut certă s-a dovedit a fi un idol. Cerinţa

obiectivităţii ştiinţifice face inevitabil ca orice enunţ ştiinţific să rămână, pentru totdeauna, provizoriu". ... "Numai în convingerile şi credinţele noastre subiective putem fi absolut siguri".

A doua carte menţionată *(Thomas S. Kuhn:* "Tensiunea esenţială", Editura ştiinţifică şi enciclopedică, Bucureşti 1982) cuprinde un capitol întreg, de aproape 50 de pagini, întitulat "Funcţia măsurării în fizica modernă". Autorul analizează în detaliu rolul măsurării în progresul ştiinţelor fizice şi chimice, aducând în pledoaria sa un număr mare de exemple care ilustrează apariţia de teorii noi ca urmare sau în legătură cu îmbunătăţirea exactităţii unor măsurări.

Capitolul porneşte de la celebrul dicton al lui *Kelvin:* "Dacă nu puteţi măsura, cunoştinţele voastre sunt slabe şi nesatisfăcătoare", aşa cum este înscris pe frontispiciul uneia din clădirile Universităţii din Chicago (autorul adaugă, la un moment dat, că pentru ştiinţele sociale dictonul ar putea fi modificat şi astfel: "Dacă nu puteţi măsura, măsuraţi totuşi!").

După părerea autorului, măsurarea în ştiinţă are un dublu rol: acela de *test al teoriei* şi acela de *explorare*. În primul caz ea poate confirma sau infirma o ipoteză teoretică. În al doilea caz ea poate folosi la sugerarea unor noi teorii sau legi ştiinţifice.

Ca şi Popper*, Kuhn* insistă asupra faptului că nu poate exista o concordanţă deplină între rezultatele teoretice şi cele experimentale, între calcul şi măsurare. Criteriul acceptabilităţii trebuie să fie, în cel mai bun caz, "concordanţa în limitele preciziei aparatelor de măsurat folosite". Autorul subliniază că deseori oamenii de ştiinţă privesc cu neîncredere o concordanţă foarte bună între valorile calculate şi cele experimentale dintr-un tabel comparativ. "În referatele de laborator ale studenţilor, o concordanţă prea mare este de obicei considerată ca dovadă a manipulării rezultatelor". Autorul adaugă că: "Faptul că nici un experiment nu dă rezultatul numeric aşteptat este uneori denumit cea de a cincea lege a termodinamicii!". Primele trei principii ale termodinamicii sunt bine cunoscute; al patrulea ar fi că "nici o instalaţie experimentală nu funcţionează la prima punere a ei în funcţiune!".

Kuhn pledează pentru ideea de "concordanţă rezonabilă" în locul noţiunii de "concordanţă", care este imposibil de atins. El arată că această concordanţă rezonabilă suferă o evoluţie continuă în timp. "Ceea ce pentru *Ptolemeu* şi urmaşii săi imediaţi era o concordanţă rezonabilă între teoria astronomică şi observaţie era pentru *Copernic* o dovadă clară că sistemul ptolemeic trebuic să fie greşit".

Este analizată în detaliu intervenția măsurării şi efectele ei în "condiții normale" şi în "condiții extraordinare", adică în momente de "criză" ale fizicii, generatoare de noi teorii revoluționare. Multitudinea de exemple ilustrează deosebit de frumos şi convingător rolul măsurării în dezvoltarea fizicii. Din acest punct de vedere, bogăția de informație a autorului este surprinzătoare, iar faptele relevate sunt judicios grupate, cu argumentări concludente. Esența capitolului ar putea fi sintetizată în citatul "măsurarea poate fi o armă extrem de puternică în lupta dintre două teorii", care explică în modul cel mai simplu mecanismul istoric al progresului în cunoaşterea naturii.

Anexe, bibliografie

A1 Teoria informației şi măsurarea

"Informația este echivalentă cu ridicarea unei nedeterminări", caracterizare atribuită lui *Shannon*, creatorul teoriei informației, este poate cea mai elocventă cale de a sublinia esența acestei teorii. Pentru a cunoaşte mai bine un fenomen, un sistem sau un obiect, avem nevoie de mai multă informație despre el. Atunci când măsurăm, obținem mai multă informație despre măsurand, şi trebuie să admitem intuitiv că o precizie mai mare a măsurării înseamnă o cantitate mai mare de informație preluată. Teoria informației ne dă mijloacele de a exprima cantitativ informația, plecând de la câteva premise simple, independent de orice conținut subiectiv al acestui concept.

A1.1 Cantitatea de informație

În general, într-o problemă cu N evenimente echiprobabile, atunci când identificăm unul din cazurile posibile, cantitatea de informație este, prin definiție

$$I = \text{lb}\, N = \text{lb}\, 1/p_i$$

unde $p_i = 1/N$ este probabilitatea individuală a fiecărui eveniment. Rezultatul este dat in biți, iar lb este simbolul logaritmului binar, sau logaritm în baza 2, $\log_2$. De pildă, la aruncarea zarului, rezultă o cantitate de informație $I = \text{lb}\, 6 = 2{,}58$ bit.

Prin generalizare, dacă evenimentele nu mai sunt echiprobabile, ci au probabilitățile individuale p_i, cantitatea de informație este exprimată prin entropia informațională H:

$$H = -\sum_{i=1}^{N} p_i \,\text{lb}\, p_i$$

(întrucât $p_i < 0$, entropia este pozitivă). Entropia este maximă dacă toate evenimentele sunt echiprobabile (toate probabilitățile p_i egale între ele), caz în care nu se ştie nimic despre sistem, nedeterminarea este totală. Dacă una din probabilitățile p_i este egală cu 1, entropia este zero, caz în care nu există nedeterminare, ci există certitudine. Deci entropia poate varia între o valoare maximă şi zero, valorile intermediare corespunzând diferitelor grade de cunoaştere a sistemului.

Acum, să presupunem că obținem date suplimentare asupra sistemului, astfel că gradul de nedeterminare scade şi entropia informațională va fi mai mică. Dacă p_i sunt probabilitățile inițiale şi p_f cele finale, diferența dintre cele două entropii

$$I = H(p_i) - H(p_f) = -\sum_{i=1}^{N} p_i \,\text{lb}\, p_i + \sum_{i=1}^{N} p_f \,\text{lb}\, p_f$$

este, prin definiție, *cantitatea de informație* obținută.

Analogia cu procesul de măsurare este evidentă. Înaintea unei măsurări, valoarea măsurandului este necunoscută, tot ce ştim este că se află între anumite

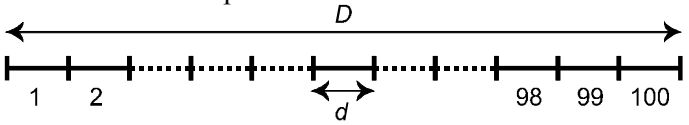
limite (de exemplu în gama de măsurare a aparatului), şi astfel entropia informaţională este relativ mare (nedeterminare maximă). După măsurare, obţinem un rezultat cu o incertitudine relativ mică, în funcţie de exactitatea aparatului, iar diferenţa dintre cele două entropii ne dă cantitatea de informaţie obţinută în măsurare.

A1.2 Informaţia în măsurări

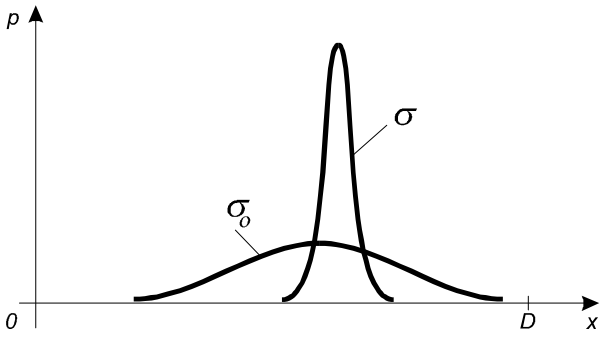
Vom începe cu un exemplu. Dacă un aparat de măsurat are scara gradată în N diviziuni, întreaga scară având lungimea D iar o diviziune lungimea d (în figură este dat un exemplu, cu 100 de diviziuni), numărul citirilor posibile este $N = D/d$; presupunând probabilităţi egale ale celor N valori, informaţia de măsurare este

$$I = -\,\mathrm{lb}\ 1/N = \mathrm{lb}\ N = \mathrm{lb}\ D/d \qquad \text{sau} \quad I = \mathrm{lb}\ 100/2C$$

unde C este clasa de exactitate a aparatului de măsurat.



De fapt, probabilităţile celor N valori nu sunt egale; făcând ipoteze mai realiste, şi anume distribuţii normale (gaussiene) atât înainte cât şi după măsurare, se ajunge la ideea că *măsurarea poate fi privită ca un proces în care curba de distribuţie a măsurandului devine mai îngustă (mai concentrată) şi eventual cu maximul decalat* (v. figura). Determinând în această situaţie cantitatea de informaţie rezultată prin măsurare, după calcule matematice (pe care nu le redăm aici), se ajunge la formula simplă şi elegantă



$$I = \mathrm{lb}\frac{\sigma_0}{\sigma}$$

care dă cantitatea de informaţie I în funcţie de cele două valori ale abaterii standard, înainte de măsurare σ_0 şi după măsurare σ. Relaţia este fundamentală pentru teoria informaţională a măsurărilor. Ea exprimă cantitativ informaţia vehiculată în procesul de măsurare. În metrologie există multe exemple interesante care evidenţiază caracterul informaţional al anumitor operaţii sau procese. Dăm aici doar unul din ele: bine-cunoscutul "raport de incertitudini" σ_1/σ_2 dintre abaterea standard a etalonului de referinţă σ_1 şi abaterea standard a aparatului de etalonat σ_2, într-o operaţie de etalonare, poate fi exprimată prin cantitatea de informaţie care se transferă de la etalonul de referinţă la aparatul de etalonat.

Dezvoltând mai departe ideile în această direcție, se ajunge la alte rezultate cu totul remarcabile. Astfel, bazat pe considerente strict informaționale, se poate deduce *eroarea entropică*

$$\Delta = \sqrt{\frac{\pi e}{2}}\sigma = 2,07\,\sigma$$

relație valabilă în ipoteza unei distribuții normale a erorilor. În general

$$\Delta = t\,\sigma$$

unde t are valori între 1,73 şi 2,07 pentru majoritatea legilor de distribuție obişnuite. În practică se poate lua $t = 2$, caz pentru care eroarea entropică poate fi considerată ca eroare limită a unui proces de măsurare. Asemănarea cu formulele uzuale din teoria clasică a incertitudinilor de măsurare – deduse prin cu totul alte considerente – este izbitoare.

A1.3 Eficiența informațională / energetică a unui aparat de măsurat

Tot plecând de la proprietățile informaționale ale sistemelor de măsurare, se pot obține rezultate interesante privind relația dintre cantitatea de informație şi schimbul de energie care intervin într-un proces de măsurare. Se ştie că în orice sistem de măsurare este prezent un efect de fluctuație termică (zgomot termic), a cărui putere raportată la intrare este dată de formula lui Nyquist

$$P_n = 4\,k\,T\,\Delta f$$

unde:

$k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ J/K este constanta lui Boltzmann, T temperatura absolută, Δf spectrul de frecvență al zgomotului termic. Între durata t_m a măsurării şi Δf există relația semiempirică $t_m = 0,25\,\pi\,e\,/\Delta f \approx 2,13\,/\,\Delta f$. Pe de altă parte, produsul dintre puterea de zgomot P_n şi durata măsurării t_m dă energia W_n a zgomotului care însoțeşte măsurarea. Din formulele de mai sus se deduce, pentru temperatura camerei ($T = 293$ K):

$W_n = \pi\,e\,k\,T = 3,5 \cdot 10^{-20}$ J

Această expresie a energiei de zgomot are o semnificație aparte în legătură cu relația dintre informație şi energie în măsurări. *Ea poate fi privită ca energia minimă necesară pentru obținerea unei cantități de informație de 1 bit*. Într-adevăr, prezența sau absența unui semnal – echivalentă cu o informație de 1 bit – poate fi detectată numai dacă energia pusă în joc (energia "utilă") este comparabilă cu W_n (fiindcă altfel semnalul ar fi "înecat" în zgomot şi nu ar mai fi observabil).

În termeni informaționali, un aparat de măsurat sau un proces de măsurare poate fi caracterizat din punctul de vedere al energiei necesare pentru măsurare prin raportul informație / energie, sau *eficiența informațională / energetică*, exprimată în bit/joule. Aceasta reprezintă raportul dintre cantitatea de informație obținută şi energia cheltuită într-o măsurare. Eficiența informațională / energetică are o limită

naturală, de aprox. $3 \cdot 10^{19}$ bit/J. În tabelul următor sunt date, pentru ilustrare, valori practice pentru câteva categorii comune de aparate de măsurat.

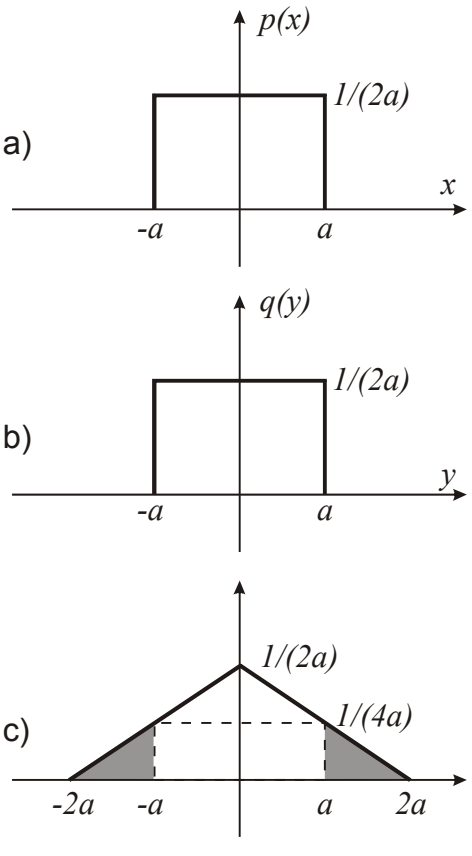
Aparat de măsurat	**Eficiența informațională / energetică, bit/J**
Electrometru electronic	$10^{15}…10^{19}$
Nanovoltmetru electronic	$10^{12}…10^{19}$
Osciloscop de viteză mare	$10^{14}…10^{18}$
Galvanometru cu proiecție	$10^{12}…10^{18}$
Galvanometru cu cadran	$10^{8}…10^{12}$
Instrument magnetoelectric	$10^{4}…10^{8}$
Instrument feromagnetic	$1…10^{2}$

A2 O problemă legată de raportul de incertitudini la etalonare

Se pune frecvent problema: cât trebuie să fie raportul minim dintre incertitudinea unui aparat de măsurat şi incertitudinea etalonului cu care se face etalonarea (verificarea) acelui aparat? Pe vremuri, în epoca de început a metrologiei, se considera că numai un raport de cel puţin 10 între aceste incertitudini garantează validitatea etalonării. Mai târziu s-a ajuns la concluzia că o asemenea "rezervă de exactitate" este în general inutilă şi că, admiţând un risc minim al corectitudinii deciziei de admitere sau respingere, raportul respectiv poate fi mult mai mic. Unul din documentele de o exigenţă deosebită, din familia standardelor militare americane (seria MIL), şi anume MIL 45662A "*Calibration Systems Requirements*", prevede ca raportul dintre incertitudinile aparatului de etalonat (verificat) şi etalonul de comparaţie să fie de cel puţin 4. Azi se lucrează cu valori ale acestui raport, în general, între 3 şi 5 însă, în situaţii excepţionale, se admit şi valori de 2,5 sau chiar 2 ale acestui raport.

Dar putem avea oare încredere într-o verificare făcută prin comparaţie cu un etalon de exactitate doar de 2 ori mai bună?

Fără a da un răspuns definitiv la această întrebare, se poate face o afirmaţie care pare surprinzătoare: chiar şi o verificare faţă de un etalon de aceeaşi incertitudine cu cea a verificandului (mijloc de măsurare de verificat) poate furniza o informaţie valoroasă! Într-adevăr, să considerăm următorul exemplu, în mod voit idealizat. Se efectuează o verificare metrologică la o singură valoare a măsurandului, în următoarele condiţii: (a) atât incertitudinea etalonului cât şi incertitudinea verificandului sunt cuprinse între limitele ±*a*, cu o repartiţie echiprobabilă între aceste limite; (b) incertitudinea metodei de comparaţie este neglijabilă; (c) verificandul este presupus corespunzător, deci ar trebui declarat admis. Întrebarea este următoarea: în aceste condiţii, care este probabilitatea ca decizia luată să fie greşită, deci verificandul să fie declarat respins?



Eroarea verificandului *x* şi eroarea etalonului *y* reprezintă variabile

aleatorii, având densitățile de probabilitate $p(x)$ şi respectiv $q(y)$ (a şi b în figură). Decizia de admitere sau respingere se face pe valoarea $z = x - y$: verificandul este admis dacă $-a \le z \le a$ şi respins dacă $z < -a$ sau $z > +a$. Densitatea de probabilitate a variabilei z este dată de convoluția funcțiilor p şi q şi are o repartiție triunghiulară (figura c). Aria zonelor din afara limitelor $\pm a$, egală cu 1/4, dă probabilitatea deciziei de respingere. Deci în 3 cazuri din 4 verificarea unui aparat de măsurat față de un etalon de incertitudine egală va conduce la o decizie corectă.

Dacă în locul repartițiilor echiprobabile, se presupune că erorile verificandului şi ale etalonului sunt repartizate după o lege normală, cu erorile admise $\pm a$ corespunzând la $\pm 3s$, funcția de convoluție este tot o curbă normală, cu abaterea standard $\sqrt{2}\sigma$. Calculând aria situată în afara limitelor $\pm a$, rezultă o probabilitate de 4,5 % a deciziei de respingere, deci în acest caz probabilitatea deciziei corecte este de aprox. 95,5%!

Desigur, acest exemplu nu vrea să îndemne în nici un fel la practicarea de verificări metrologice față de etaloane de incertitudine egală cu a verificandului. El poate însă da de gândit celor care judecă impropriu unele situații destul de frecvente în activitatea de metrologie. De exemplu, unii ar putea crede – la o judecare pripită a problemei – că la un raport 2 : 1 al incertitudinilor rezultatul este incert în jumătate din cazuri sau că rezultatul este fals într-un sfert din ele; ambele ipoteze sunt cu totul neîntemeiate.

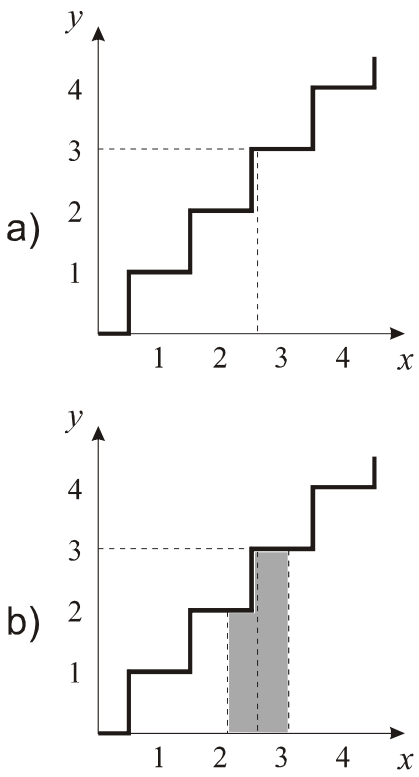
A3 Poate fi mărită precizia de măsurare prin creşterea erorilor aleatorii?

Răspunsul dictat de "bunul simţ" la această întrebare trebuie să fie, bine înţeles, un "nu" categoric. Creşterea erorilor aleatorii conduce, în mod normal, la creşterea erorilor globale de măsurare, şi deci la micşorarea şi nu la mărirea preciziei de măsurare.

Şi totuşi, pot exista situaţii speciale în care se dovedeşte că adăugând o mărime perturbatoare mărimii (utile) de măsurat, deci crescând erorile aleatorii în ansamblu, se poate obţine, în anumite condiţii, o îmbunătăţire a preciziei de măsurare. Să urmărim un exemplu, în mod voit simplificat, pentru a uşura înţelegerea.

Să presupunem că se măsoară o mărime x constantă, cu ajutorul unui aparat de măsurat sau sistem de măsurare care include un convertor analog-digital (analog-numeric), având funcţia de transfer de forma unei scări, cu trepte (cuante) egale cu Δx. Dacă luăm $\Delta x = 1$ unităţi convenţionale, caracteristica de conversie a aparatului arată ca în figura a). Pentru $x < 0{,}5$ indicaţia y a aparatului este $y = 0$. La $x = 0{,}5$ indicaţia sare la $y = 1$ şi se menţine la această valoare pentru orice x cuprins între 0,5 şi 1,5. La $x = 1{,}5$ indicaţia trece la $y = 2$, la $x = 2{,}5$ rezultă $y = 3$ etc. Caracteristica *y(x)* are bine cunoscuta formă în "scară", specifică convertoarelor analog-digitale.

Fie $x = 2{,}6$ valoarea mărimii pe care dorim s-o măsurăm cu acest aparat (reprezentată pe figură printr-o linie întreruptă verticală, care trece prin punctul $x = 2{,}6$ al abscisei). Indicaţia aparatului va fi $y = 3$, însoţită de o eroare de cuantizare care în acest caz este egală cu 0,4 (în general, în situaţia examinată, eroarea de cuantizare poate fi cuprinsă între –0,5 şi +0,5). Atât timp cât x are o valoare constantă, această eroare de cuantizare nu poate fi micşorată pentru un aparat dat; orice repetare a măsurării va furniza acelaşi rezultat $y = 3$, în ipoteza că procesul de măsurare nu este afectat de alte erori semnificative.



Ce se întâmplă, însă, dacă în măsurare intervin şi erori aleatorii? Să presupunem că introducem în mod voit nişte erori aleatorii (întâmplătoare), de exemplu suprapunând peste mărimea utilă $x = x_0$ (mărimea de măsurat) o mărime perturbatoare aleatorie, de valoare medie nulă (un "zgomot"). Această

perturbare ne-o putem imagina ca având o repartiție echiprobabilă, într-o bandă de exemplu de ±0,5 în jurul lui x_0, astfel încât mărimea aplicată aparatului va avea acum valori variabile întâmplător între $x_0 - 0,5$ şi $x_0 + 0,5$, adică între 2,1 şi 3,1. Situația poate fi acum reprezentată ca în figura b), unde mărimea x este figurată printr-o bandă haşurată, incluzând intervalul de valori x = 2,1...3,1. Cum va răspunde aparatul în acest caz?

Se vede că pentru x = 2,1...2,5 indicația aparatului va fi y = 2, iar pentru x = 2,5...3,1 indicația va fi y = 3. Presupunând că diferitele valori ale lui x, între 2,1 şi 3,1, apar cu aceeaşi probabilitate, la repetarea măsurării de un număr mare de ori, în aprox. 40 % din cazuri indicația aparatului va fi deci y = 2, iar în 60 % din cazuri indicația va fi y = 3. Făcând media aritmetică a indicațiilor, se va obține evident valoarea y_0 = 2,6, cu aproximația care rezultă din caracterul întâmplător al procesului, adică tocmai valoarea corectă corespunzătoare mărimii de intrare x_0 = 2,6 (de exemplu, dacă se fac 10 măsurări, 4 dintre rezultate vor fi probabil y = 2 şi 6 rezultate y = 3, media fiind $(4\times2 + 6\times3)/10 = 2,6$).

Acest exemplu demonstrează că eroarea de cuantizare a unui aparat de măsurat digital (sau a unui convertor analog-digital) poate fi redusă prin suprapunerea unei mărimi aleatorii peste mărimea de măsurat (echivalentă cu creşterea "artificială" a erorilor aleatorii), urmată de medierea rezultatelor unui şir suficient de numeros de măsurări repetate. Procedeul este cunoscut şi aplicat în unele cazuri speciale la ansambluri de măsurare care conțin convertoare analog-digitale. Se pot obține practic reduceri ale erorii de cuantizare cu unul sau chiar două ordine de mărime. Această reducere a erorii de cuantizare depinde de valoarea efectivă s a mărimii aleatorii aplicate şi de numărul N de măsurări repetate care sunt mediate. Problema a fost studiată teoretic de profesorul *Eugen Pop,* care a arătat că există o valoare optimă a raportului $s/\Delta x$, în funcție de N şi de nivelul de încredere ales pentru media celor N rezultate.

A4 Valori ale unor constante fizice

A4.1 Generalități

În formularea teoriilor de bază ale fizicii, ca şi în aplicarea lor la lumea reală, apar mereu anumite mărimi care au valori invariabile. Aceste mărimi, denumite *constante fizice fundamentale*, având simboluri specifice şi universal folosite, prezintă o importanță deosebită în cadrul multor preocupări actuale. Pentru aceasta, este necesar să fie cunoscute definițiile constantelor fizice fundamentale, simbolurile lor, unitățile de măsură în care sunt exprimate şi, bine înțeles, valorile lor, cu o exactitate cât mai bună. Există un număr de peste 200 de asemenea constante, ale căror valori au fost determinate prin experimente complexe, şi care continuă să fie reconsiderate, evaluate şi publicate periodic. Forul responsabil pe plan mondial pentru corectitudinea acestor valori este CODATA (*Committee on Data for Science and Technology*), un organism compus din cei mai buni specialişti în domeniu, care editează periodic un buletin special cu valorile recomandate ale constantelor fizice fundamentale, împreună cu incertitudinile estimate ale acestora. CODATA a finalizat ultima evaluare în 1998, rezultatele fiind publicate în 1999-2000 şi fiind disponibile în prezent şi pe Internet (la adresa www.codata.org).

În cele ce urmează sunt date valorile actualizate pentru câteva constante fizice fundamentale, dintre cele care intervin cel mai frecvent în formulele fizicii, inclusiv în unele legate de definiția unităților SI. Atragem atenția că aceste valori sunt extrase din ultimele tabele publicate de CODATA şi pot diferi uşor de valorile în circulație, disponibile în majoritatea publicațiilor anterioare sau în diferite alte surse.

A4.2 Constante fizice fundamentale

Denumirile, simbolurile şi valorile din tabel urmează strict recomandările CODATA, iar toate mărimile sunt exprimate în unități SI. Incertitudinea evaluată de CODATA este indicată ca incertitudine standard, printr-un număr de două cifre în paranteze, plasat imediat după valoarea numerică, astfel că rangul ultimei cifre a incertitudinii coincide cu rangul ultimei cifre a valorii numerice. Valorile exacte, notate ca atare, sunt adoptate convențional sau rezultă din definiții ale altor mărimi/unități.

Constanta fizică	Simbol	Valoarea	Unitatea
Constante universale			
Viteza luminii în vid	c; c_0	299 792 458 (exact)	m s^{-1}
Constanta magnetică (permeabilitatea vidului)	μ_0	$4\pi \times 10^{-7}$ = 12,566 370 614× 10^{-7} (exact)	N A^{-2}
Constanta electrică $1/\mu_0 c^2$ (permitivitatea vidului)	ε_0	8,854 187 817 × 10^{-12} (exact)	F m^{-1}
Impedanța caracteristică a vidului $\sqrt{\mu_0/\varepsilon_0} = \mu_0 c$	Z_0	376,730 313 461… (exact)	Ω
Constanta newtoniană a gravitației	G_π	6,673(10) × 10^{-11}	m^3 $kg^{-1}s^{-2}$
Constanta lui Planck	h	6,626 068 76(52) × 10^{-34}	J s
$h/2\pi$	η	1,054 571 596(82) × 10^{-34}	J s
Constante electromagnetice			
Sarcina elementară	e	1,602 176 462(63) × 10^{-19}	C
Sarcina elementară raportată la constanta lui Planck	e/h	2,417 989 491(95) × 10^{14}	A J^{-1}
Cuanta de flux magnetic $h/2e$	Φ_0	2,067 833 636(81) × 10^{-15}	Wb
Cuanta de conductanță $2e^2/h$	G_0	7,748 091 696(28) × 10^{-5}	S
Constanta Josephson $2e/h$	K_J	483 597,898(19) × 10^9	Hz V^{-1}
Constanta von Klitzing $h/e^2 = \mu_0 c/2\alpha$	R_K	25 812,807 572(95)	Ω
Magnetonul lui Bohr $e\eta/2m_e$	μ_B	927,400 899(37) × 10^{-26}	J T^{-1}
Magnetonul nuclear	μ_N	5,050 783 17(20) × 10^{-27}	J T^{-1}
Constante atomice şi nucleare			

Constanta structurii fine, $e^2/4\pi e_0 \eta c$	α	7,297 352533(27) × 10^{-3}	1
Constanta Rydberg, $\alpha^2 m_e c/2h$	R_∞	10 973 731,568 549(83)	m^{-1}
Raza Bohr, $\alpha/4\pi R_\infty$	a_0	0,529 177 2083(19) × 10^{-10}	m
Masa electronului	m_e	9,109 381 88(72) × 10^{-31}	kg
Sarcina masică a electronului	e/m_e	1,758 820 174(71) × 10^{11}	C kg^{-1}
Masa protonului	m_p	1,672 621 58(13) × 10^{-27}	kg
Sarcina masică a protonului	e/m_p	9.578 834 08(38) 10^7	C kg^{-1}
Raportul maselor proton-electron	m_p/m_e	1836,152 6675(39)	1
Masa neutronului	m_n	1.674 927 16(13) × 10^{-27}	kg
Raportul maselor neutron-electron	m_n/m_e	1838,683 6550(40)	1
Masa particulei alfa	m_α	6,644 655 98(52) × 10^{-27}	kg
Constante fizico-chimice			
Constanta lui Avogadro	N_A	6,022 141 99(47) × 10^{23}	mol^{-1}
Constanta masei atomice	m_u	1.660 538 73(13) × 10^{-27}	kg
Constanta lui Faraday	F	96 485,3415(39)	C mol^{-1}
Constanta molară a lui Planck	$N_A h$	3,990 312 689(30) × 10^{-10}	J s mol^{-1}
Constanta molară a gazelor	R	8,314 472(15)	J mol^{-1} K^{-1}
Constanta lui Boltzmann R/N_A	k	1,380 6503(24) × 10^{-23}	J K^{-1}
Volumul molar al gazelor ideale, RT/p	V_m	22,413 996(39) × 10^{-3}	m^3 mol^{-1}
Constanta lui Stefan-Boltzmann $(\pi^2/60)k^4/\eta^3 c^2$	σ	5,670 400(40) × 10^{-8}	W m^{-2} K^{-4}
Prima constantă a radiației	c_1	3,741 771 07(29) × 10^{-16}	W m^2
A doua constantă a radiației	c_2	1,438 7752(25) × 10^{-2}	m K

Bibliografie

Referinţele bibliografice din lista care urmează cuprind mai ales lucrări-cadru şi manuale, culegeri, standarde, recomandări etc. care au fost folosite ca surse pentru datele şi informaţiile publicate, recomandabile de asemenea spre a fi consultate de către cei care caută să aprofundeze anumite subiecte. Doritorii de a-şi lărgi cunoştinţele din domeniul măsurărilor şi al metrologiei generale sunt invitaţi să exploreze materialul extrem de bogat disponibil pe internet, majoritatea acestuia fiind accesibil liber şi uşor de găsit la câteva cuvinte-cheie (dată fiind diversitatea, cantitatea şi uneori caracterul efemer al siturilor de pe internet, am considerat că citarea lor exhaustivă nu ar fi oportună).

1. Drnovsek, J. ş.a., Metrology education in a quality engineering study program. XVI IMEKO World Congress, Wien, 2000
2. Howarth, P. şi Redgrave, F., Metrology in short, 3rd ed. EURAMET Publ., 2008
3. Iacobescu, F. şi Ilioiu, N., Istoria metrologiei în România. Editura Academiei Române, Bucureşti, 2003, 291 pagini
4. Iacobescu, F. şi Ilioiu, N., Metrologia, etalon al civilizaţiilor. Editura Academiei Române, Bucureşti, 2004, 416 pagini
5. Iscrulescu, I., Ispăşoiu, Gh. şi Petrescu, V., Sistemul internaţional de unităţi de măsură. Editura Tehnică, Bucureşti, 1970
6. Leonăchescu, S.P., Răspândirea unităţilor de măsură ale Sistemului Metric în Principatele Dunărene, partea I, II, III. Metrologia Aplicată, vol. 31 nr. 3, 4 şi vol. 32 nr. 1, 1984-1985
7. Millea, A., Application of information theory concepts in metrology. International Metrology Conference, Bucharest, 2001
8. Millea, A., Cartea metrologului. Metrologie generală. Editura tehnică, 1985, 280 pagini
9. Millea, A., Măsurări electrice. Principii şi metode. Editura Tehnică, Bucureşti, 1980, 384 pagini
10. Millea, A., Munteanu, R. şi Urdea M.I., Teaching general metrology: why, what, how? XVII IMEKO World Congress, Dubrovnik, Croatia, 2003
11. Thomas, C., Daly-Jones, O. şi Harry, A., Human factors in measurement and calibration. Measurement Good Practice Guide No. 8, National Physical Laboratory, UK, 1998

12. * Basic Metrology and Applications. Editrice Levrotto & Bella, Torino, 1994

13. * Fundamental Physical Constants. CODATA Publ., NIST, 2006 (disp. şi pe Internet: http://physics.nist.gov/cuu/Constants/)

14. * Guide to the expression of uncertainty in measurement. JCGM (ISO, BIPM, IEC, IFCC, ILAC, IUPAP, IUPAC), ISO, Geneva, 2008

15. * International Vocabulary of Metrology – Basic and General Concepts and Associated Terms (VIM), ISO Guide 99-12, 2007

16. * International Vocabulary of Terms in Legal Metrology. OIML, Paris, 2000

17. * Special Pub. 814: Interpretation of the SI for the United States and Federal Government Metric Conversion Policy. NIST, 1998 edition

18. * Standard Român SR 13251: Vocabular internaţional de termeni fundamentali şi generali în metrologie. IRS, Bucureşti, 1996

19. * Standard Român SR 13434: Ghid pentru evaluarea şi exprimarea incertitudinii de măsurare. ASRO, Bucureşti, 1999

20. * The International System of Units (SI). BIPM, 8th Edition, Paris, 2008

21. * Unităţi de măsură. Colecţie de standarde, seria SR ISO 31-0...31-13; SR ISO 1000; SR 13251, Editura Tehnică, Bucureşti, 1997

22. * Vocabulary of Legal Metrology (VML). OIML, Paris, Ed. 1978

Aurel MILLEA, doctor inginer, absolvent al facultăţii de Electronică şi Telecomunicaţii a UPB, cu o bogată activitate de cercetare în metrologia mărimilor electrice la Institutul Naţional de Metrologie (INM), ca şef de laborator şi director al INM, iar în paralel profesor universitar şi conducător de doctorat la Politehnica din Bucureşti. Fondator şi preşedinte al Societăţii Române de Măsurări (SRM), afiliată la IMEKO (Confederaţia Internaţională de Măsurări), membru al Consiliului General al IMEKO, Senior Member al IEEE.

Autor şi co-autor a 16 patente, autor a peste 10 cărţi din domeniul Electrotehnicii, Electronicii şi Metrologiei, între care "Măsurări Electrice. Principii şi Metode" (1980) şi "Metrologie Generală" (1985), Editura Tehnică - lucrări de referinţa în domeniu.

Cercetări publicate în peste 140 de articole ştiinţifice şi tehnice, atât în România cât şi în străinătate, în domeniile: metrologia teoretică generală, dezvoltarea şi îmbunătăţirea metodelor de măsurare a mărimilor electrice şi de etalonare, dezvoltarea de etaloane de vârf şi fundamentarea trasabilităţii pentru metrologia industrială, promovarea în România a conceptelor şi metodelor de evaluare a incertitudinii de măsurare.

"De ce îmi place matematica? Fiindcă e frumoasă. E frumoasă fiindcă e certă." (Gr. Moisil). Dar matematica poate fi certă numai datorită încadrării într-un model idealizat. Ştiinţele inginereşti, printre care şi metrologia sau ştiinţa măsurării, sunt însoţite totdeauna de anumite aproximaţii, toleranţe, estimări, necesare reflectării unei realităţi imperfecte sau găsirii unui compromis performanţă-cost rezonabil. Incertitudinea de măsurare caracterizează tocmai "plaja de ignoranţă" în care se află rezultatul oricărei măsurări, iar faptul că putem stăpâni această incertitudine şi o putem estima obiectiv constituie una din laturile definitorii ale metrologiei contemporane. Nevoia de conştientizare a acestui nou mod de gândire, contrar conceptului de "certitudine absolută" tipic majorităţii ştiinţelor din vechime, reprezintă unul din mesajele lucrării de faţă.